

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему.

Комплексна механізація вирощування соняшнику з обґрунтуванням
параметрів прикочуючого котка
сівалки УПС–8

Виконав здобувач вищої освіти __ П __ курсу,

групи AI-19M3-1,4

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Дорохтей Олег Володимирович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Дмитро АРТЕМЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

Кропивницький

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A4			MBC 00.000 ПЗ	Документація загальна Заново розроблена		
					Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
	A1			MBC 00.001 ТЧ	Операційна карта	1	
					Документація по складальним одиницям		
Подп. и дата					Заново розроблена		
	A1			MBC 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка УПС 8	1	
	A1			MBC 00.110 СБ	Секція	1	
	A2			MBC 00.120 СБ	Коток	1	
	A2			MBC 00.301	Документація по деталях Обод	1	
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.000 ВП	
	Разраб.	Дорохтей				Відомість магістерської роботи	
	Пров.	Артеменко					
	Н.контр.	Осипов					
	Утв.	Свірень				Лист. Лист Листов ЦНТУ гр. АІ 19МЗ-14	

Копировал
Формат A4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	27
4. Охорона праці	44
5. Економічна частина.....	48
Висновки.....	51
Список використаної літератури.....	53
Додатки	

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва передбачає високопродуктивне використання машин, які забезпечують якісне виконання всіх технологічних операцій в оптимальні агротехнічні строки при мінімальних витратах праці.

Для ефективного використання сільськогосподарської техніки, особливо при широкому впровадженні інтенсивних технологій спеціалісти і механізатори повинні не тільки добре знати будову машин і знарядь, принципи їх дії, а і вміти правильно налагоджувати робочі органи і механізми машин на оптимальні режими в залежності від умов їх використання.

Багато господарств в різних зонах країни втрачають значну частину врожаю через низку якість виконання механізованих робіт. Незнання регулювань і налагоджень сільськогосподарських машин, порушення технологічної дисципліни призводить до необґрунтованих втрат.

Особливе місце в сільськогосподарському виробництві займає соняшник. Він є основною експортною і промисловою культурою в Україні.

Значний вплив на кількість та якість врожаю здійснює основний технологічний процес – сівба. Від нього залежить рівномірність і швидкість появи сходів та безпосередньо вегетаційний період культури в цілому. Одночасна поява сходів на денній поверхні може підвищити врожайність культури до 10 – 12%.

Короткі агротехнічні строки сівби вимагають розробки високопродуктивних посівних машин, які б задовольняли вище приведеним вимогам, тому метою магістерської роботи є розробка інтенсивної технології вирощування соняшника на зерно з модернізацією сівалки УПС 8 з метою покращення її роботи і отримання максимального економічного ефекту.

					МВС 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дорохтей			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Артемченко					6	55
						ЦНТУ		
Н. Контр.		Осипов				гр. АІ-19МЗ-1,4		
Затверд.		Свірень						

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз особливостей вирощування соняшника

Технологія виробництва соняшника на зерно ґрунтується на застосуванні продуктивних гібридів, комплексу високопродуктивних машин, оптимальних норм добрив і ефективного використання хімічних засобів. Технологія передбачає потокове проведення механізованих робіт в оптимальні строки з точним дотриманням агротехнічних вимог до кожної технологічної операції. Запорукою успішного впровадження технології виробництва соняшника є використання комплексів машин, знарядь та пристроїв.

Соняшник – найбільш поширена олійна культура, яку вирощують в Україні. Загальна посівна площа в Україні становить 3,2 млн.га. В основному посіви розміщені в Степу (близько 80%), а також у Лісостепу. В господарствах Степу вирощують по 20 - 24, а Лісостепу – по 30 - 32 ц/га насіння при дотриманні технології виробництва.

Біологічні особливості. Соняшник (*Helianthus annuus* L.)- однорічна рослина родини айстрових. Розрізняють два види соняшнику: культурний (*H. cultus* Wenzl) і дикорослий – (*H. ruderalis* Wenzl). У культурного виду виділяють два підвиди – посівний і декоративний.

У соняшнику стрижнева, добре розгалужена коренева система, яка досить швидко росте в глибину і навіть за несприятливих погодних умов добре забезпечує рослину водою. У ранніх сортів (особливо гібридів) стебла невисокі і низькі (120-160 см), у пізніх – високі і надвисокі (2-2,5, 3-4 м).

Розрізняють олійні, напіволійні (межеумки), а також лузальні форми соняшнику. Останні мають видовжене велике насіння, яке використовують безпосередньо в смаженому або сирому вигляді.

Соняшник рослина посухостійка, короткого дня, хоч добре вегетує і в Нечорноземній зоні. Посухостійкість його зумовлена глибокою кореневою системою, яка використовує багато води для формування врожаю. Тому на полях після збирання соняшнику треба сприяти відновленню запасів вологи у 2 - 3 метровому шарі ґрунту за рахунок опадів. Коефіцієнт водоспоживання

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

соняшнику 450 – 600, що значно більше, ніж у кукурудзи, цукрових буряків та зернових. Для цього на полях восени слід робити глибоке щільовання ґрунту, а взимку проводити снігозатримання. Соняшник може переносити тривалу ґрунтову посуху від початку вегетації до утворення кошиків.

Температура проростання насіння соняшнику становить 3–5⁰С, оптимальна – 15-16⁰С. При цьому сходи з'являються на 9-10 день, вони досить морозостійкі і переносять заморозки до мінус 6-8⁰С. Це дає змогу сіяти соняшник одночасно з ранніми ярими. Ранні посіви забезпечують дружне і раннє досягання. На ранніх посівах можна уникати обробітку посівів десикантами, які негативно впливають на якість олії. Оскільки після обробітку посівів десикантами не можна використовувати олію і навіть шрот, слід широко запроваджувати вирощування соняшнику за екологічно чистими технологіями [1].

Соняшник добре росте на родючих, зв'язних, добре аерованих ґрунтах. На відміну від коренеплодів, картоплі та інших культур, соняшник може рости і на ґрунтах з підвищеною щільністю. Тому його часто висівають після поверхневого обробітку ґрунту, особливо після озимих проміжних культур. Соняшник погано росте на солонцях, солонцюватих і піщаних ґрунтах.

У соняшника розрізняють 4 періоди і 10 фаз розвитку. Перший період – проростання насіння і поява сходів відповідно включає дві фази – проростання насіння і появи сходів; другий період триває від появи сходів до бутонізації і включає три фази – 1-2 пари листків, 3-4 пари листків і бутонізація (відповідно 3, 4, 5 фази); третій період як період інтенсивного росту включає фази бутонізації і цвітіння; четвертий період – цвітіння і дозрівання, який включає 5 фенологічних фаз: цвітіння, ріст сім'янок, наливання насіння, досягання (фізіологічна стиглість), повна, або господарська, стиглість. Кожному періоду і фазі відповідають певні морфологічні ознаки, які визначають певні елементи технології. Так, під час першого періоду, який триває 10-14 днів, проводиться досходове боронування, а другого, що триває 30-40 днів – післясходове боронування і міжрядній обробіток. Коли рослини перебувають у третьому

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

періоді, в разі необхідності застосовують обприскування проти шкідників і хвороб [1].

Сорти і гібриди. В Україні вирощують ранньостиглі (вегетаційний період 80-90 днів), середньоранньостиглі (90-100), середньостиглі (100-110 днів) сорти і гібриди соняшнику [2].

Місце в сівозміні. Основною складовою екологічної чистоти вирощування соняшнику є розміщення в сівозміні один раз за ротацію і повернення його на те саме поле не раніш як через 8-10 років. Якщо ротація сівозміни коротка (1-5 полів), треба додержувати чергування культур на полі з таким розрахунком, щоб соняшник на попереднє місце повертався через ротацію. В господарстві вирощують соняшник після ярого ячменя.

Удобрення. Для формування 1 т насіння соняшник виносить з ґрунту 50-60 кг азоту, 20-30 кг фосфору, 120-130 кг калію. Органічні добрива вносились під попередню культуру. Фосфорні мінеральні добрива (P_2O_5) вносились по 50 кг/га 20% на 10 кг діючої речовини. З мікродобрив на врожай соняшнику позитивно впливають марганцеві, які вносять разом із суперфосфатом. При використанні марганізованого суперфосфату олійність підвищується на 2% і більше. При забезпеченні елементами живлення підвищується стійкість рослин проти сірої і білої гнилі, раціональніше використовується волога ґрунту [1,2].

Обробіток ґрунту складається з основного і весняного. Основний обробіток – це насамперед безвідвальний обробіток в жовтні на глибину 21-25 см. Закриття вологи. Культивуація, передпосівна культивуація.

Підготовка насіння і сівба. Для сівби використовують насіння з підвищеною натурою, що відповідно збільшує врожайність соняшнику. Насіння калібрують, що дає змогу мати рівномірні вирівняні сходи і забезпечують одночасне дозрівання кошиків. Калібрують насіння на 2 фракції. Насіння першої фракції має ширину 6-8 і товщину 3,5-5 мм, другої – відповідно 5-6, 3,5-5 мм з дещо нижчою вирівненістю. Насіння перед сівбою протруюють 5% Д.М. $\approx$ 1л на 250 кг. Очищене, сухе і відкаліброване насіння

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за 1,5-2 місяці до сівби зберігають у мішках. У господарстві висівали гібрид “Аламо” 64 тис. рослин на 1 га, гібрид “Гена” 65 тис. рослин на 1 га [1,2].

Висівають насіння соняшнику з міжряддям 70 см пневматичною сівалкою УПС-8. Поле засівають за 1-2 дні. Глибина загортання сортів соняшнику становить 4-5 см. Для надраних посівів слід використовувати лише інкрустоване насіння при настанні дружної весни. За умов прохолодної погоди у високоолійних сортів може знижуватися польова схожість і сходи будуть з’являтися пізніше і неодноразово [1,2].

Догляд за посівами – досить відповідальний елемент технології, враховуючи боротьбу з шкідниками, хворобами і бур’янами. Крім того, ранні строки висіву соняшнику не дають змоги знищити бур’яни у допосівний період. Водночас екологічно чиста і енергозберігаюча технологія повністю виключає ручне прополювання посівів.

До появи сходів було проведене суцільне прикочування і боронування середніми боронами. Післясходове боронування впоперек до напрямку сівби проведене при утворенні першої пари справжніх листків. Друге повсходове боронування проводиться через кілька днів при появі сходів бур’янів у фазі “білої ниточки” [1].

2.2 Агротехнічні вимоги до сівби соняшнику

Соняшник слід сіяти тільки першого класу в найкращі строки для даного сорту. Норму висіву повинна бути стійкою. Залежно від сорту насіння його кількість на 1 га повинна бути 64 - 65 тис. штук. Поодинокі зерна повинні розміщуватись в рядку на однакових відстанях (відхилення не більше 10% розрахункового інтервалу). В заданому інтервалі допустимими відхиленнями має бути не менше 90 % насіння. Насіння висівають у щільне ложе вологого шару ґрунту. Глибина загортання насіння 4-5 см. Глибина передпосівного обробітку ґрунту повинна відповідати глибині сівби або бути на 1 см меншою, пошкодження насіння – не перевищувати 1%. Спосіб сівби пунктирний, ширина міжрядь 70 см.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рядки мають бути прямолінійними, а посів закаткований. Мінеральні добрива (стартова доза) повинні розміщуватися на 2-3 см нижче від насіння, зі зміщенням на 3-5 см вбік від рядка. Сіють соняшник на швидкості 6-7 км/год [3,4].

2.3 Обґрунтування організації використання машин

Система основного обробітку ґрунту. У системі агротехнічних заходів, спрямованих на збільшення урожаю соняшника важливе місце належить основному обробітку ґрунту. Своєчасний і якісний обробіток практично на всіх ґрунтових різновидах сприяє покращенню їх поживного, температурного, водного і повітряного режимів, створенню умов для глибокого проникнення і гарного розвитку кореневої системи, ефективної боротьби з ерозією, хворобами, шкідниками та бур'янами.

При виборі способу і глибини обробітку враховується ґрунтово-кліматичні умови, рельєф, попередники, характер забур'яненості тощо.

Оранка. Оранку застосовують у всіх зонах садіння соняшника, переважно на рівних площах і не схильних до ерозії ґрунтах. Глибина оранки під соняшник визначається типом ґрунту і його механічним складом. Чорноземи звичайні і південні орють плугами з передплужниками на глибину 27...30 см [5,6].

Оранку як протиерозійний захід застосовують при вирощування соняшника на полях з односторонніми схилами, крутизною не більше 2°. За своєчасного і якісного проведення вона забезпечує в цих умовах додаткове затримання 80...100 м³/га талої води і збільшення врожаю зерна соняшника на 1...1,5 ц/га.

Оранка з лункуванням і переривчастим боронуванням ефективна і застосовується на складних схилах всіх форм, крутизною до 6° з незапливаючими ґрунтами в зоні достатнього зволоження і стійким сніговим покривом взимку. Здійснюється плугом ПЛН-4-35, обладнаним пристроєм ПРНТ-90000А.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Оранку з переривчастим боронуванням виконують плугом ПНЛ-4-35 обладнаним пристроєм ПРНТ-70000А. При такому обробітку на полі формується густа мережа ромбоподібних (до 11 тис/га при лункуванні) і короткоподібних (до 4 тис/га при боронуванні) лунок, внаслідок чого на полі помітно збільшується нагромадження снігу, практично припиняється змив ґрунту, а урожай зерна соняшника зростає на 2...3 ц/га.

Щілювання зябу. Щілювання зябу проводять у всіх зонах країни, на схилах різної крутизни, важких і перезволожених ґрунтах. Під час обробітку ґрунту під кукурудзу щілини нарізають щілинорізами ЩН-2-140, ЩП-3-70 або плоскорізом КПГ-2-150, у якому замість стояків встановлено ножі плантажного плуга.

Щілюють ґрунт пізно восени, коли він дещо промерзне, на глибину 45...50 см з відстанню між парами щілин 1,4...4 м, залежно від крутизни схил. Такий обробіток істотно поліпшує водопроникливість, чим запобігає стіканню води на схилах до 6° і ефективний як в системі звичайної оранки, так і плоскорізного розпушування ґрунту [6].

Напівпаровий обробіток. Напівпаровий обробіток ґрунту позитивні результати дає в деяких районах достатнього зволоження Лісостепу на ділянках з рівним рельєфом. За такого обробітку після ранньої оранки (серпень) при появі сходів бур'янів поле культивують. На Сумській і Кіровоградській сільськогосподарських дослідницьких станціях прирости врожаю зерна соняшника порівняно з урожаєм за звичайної гребенистої оранки становили відповідно 1,4 і 4,3 ц/га.

Напівпаровий обробіток восени або вирівнювання зябу не дають позитивного ефекту в Степу, районах нестійкого зволоження Лісостепу. При їх застосуванні зменшується протиерозійна стійкість ґрунту, погіршуються його фізичні властивості, а запаси вологи не збільшуються. Якщо в зазначених зонах рано виорали і провели напівпаровий обробіток, то необхідно використовувати протиерозійні культиватори КПЕ-3,8 без борін [6].

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Консервуючий обробіток. Консервуючий обробіток застосовують у зоні сумісної дії вітрової і водної ерозії на полях не засмічених багаторічними коренепаростковими і кореневищними залишками. Включає суцільний без обертання скиби, обробіток верхнього 8...10 см шару ґрунту і глибокий – до 30 см мікросмуговий – нижчележачого підорного. Здійснюють консервуючий обробіток чизель-культиваторами з пружними робочими органами, або важкими протиерозійними КПЕ-3,8, обладнаними для глибокого розпушування наральниками-чизельними замість стрільчастих лап.

Порівняно з полицевим і плоскорізним обробітками, при консервуючому ґрунт менше ущільнюється тракторами. Завдяки істотній внутрішньогрунтовій і зовнішній гребенистості, а також наявності поживних решток на поверхні він надійно захищає ґрунт від водної і вітрової ерозії.

Безполицевий обробіток. Безполицевий обробіток ґрунту застосовують як протиерозійний захід при вирощуванні соняшника після просапних попередників і здійснюють за технологією, яка включає: розпушення ґрунту після збирання попередника важкими дисковими боролами БДТ-7 або БД-10 одночасно в двох напрямках і основний обробіток на 30...35 см плугами, обладнаними одно- (КБ-35) або двоярусними (КБЯ-30-35) безполицевими корпусами.

При такому обробітку ґрунт рівномірніше і краще ніж при застосуванні плоскорізів кришиться, а розпорошений верхній шар не залишається на поверхні. Подрібнені дисковою бороною поживні рештки рівномірно розподіляються по поверхні, ґрунт приймає оптимальну структурну будову і велику протиерозійну стійкість верхнього шару [7].

В таблиці 2.1 показано результативність застосування безполицевого обробітку ґрунту при вирощуванні соняшника на зерно за індустріальною технологією в базовому господарстві.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Урожай соняшника на зерно в дослідному господарстві

Обробіток ґрунту	Урожай соняшника на зерно, ц/га			збільшення урожаю, ц/га
	2019	2020	середнє	
Відвальний	22,8	20,9	21,85	-
Глибокий безполицевий	27	24	25,5	3,65
Мілкий безполицевий	26	23,4	24,7	2,85
НСР _{0,95}	5,8	4,3	5,0	-

Плоскорізний обробіток. Плоскорізний обробіток ґрунту під соняшник проводять після стерньових попередників на легких і середніх за механічним складом ґрунтах, які зазнають руйнівної дії вітрової і водної ерозії в Степу і на теплих південних та південно-східних схилах Лісостепу і Полісся. Виконують і всіх випадках за пошаровою технологією.

В літньо-осінній період залежно від стану ґрунту і його засміченості, поле 2...3 рази обробляють на глибину 8...14 см. На слабо та середньоущільнених ґрунтах і при достатньому зволоженні в Степу для цього використовують культиватори-плоскорізи КПП-2,2, КПШ-5, КПШ-9; у Лісостепу – протиерозійні культиватори КПЕ-3,8 або чизелі ЧКУ-4 із стрільчастими лапами.

Основний обробіток ґрунту в південному Лісостепу і Степу проводять плоскорізами-глибинорозпушувачами КПГ-2-150, або ПГ-3-5. У північному Лісостепу краще використовувати протиерозійні культиватори КПЕ-3,8. У всіх зонах обробляють ґрунт на зяб восени в строки і на глибину, яку рекомендують для полицевої оранки [7].

Критеріями оцінки якості глибокого розпушування є відповідність обробітку заданому, максимальне збереження на поверхні стерні, повне підрізання бур'янів, відсутність брил.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

При плоскорізному обробітку можливе збільшення засміченості посівів бур'янами, тому такий обробіток проводять на посівах соняшника, що розміщуються після стерньових попередників у чорному парі, а при повторних посівах – з обов'язковим внесенням високоефективних гербіцидів.

Плоскорізний обробіток при дотриманні рекомендованої технології і доповненні пізньоосіннім щілюванням на схилах у 4...6 разів зменшує видування ґрунту при тлиових бурях, у 2...4 рази стік води і змив ґрунту під час весняного сніготанення і за рахунок більшого на 300...400 м³/га нагромадження води підвищує урожай зерна соняшника на 2...3 ц/га, особливо в засушливі роки.

На основі досліджень Української сільськогосподарської академії було встановлено, що багаторічна оранка ґрунту відвальними знаряддями сприяла його видуванню і зниженню вмісту гумусу в орному шарі на 25,8...30,4% від його вмісту в ґрунті багаторічних залежів. Плоскорізний обробіток сприяв збільшенню вмісту гумусу на 13,2% від його вмісту при відвальній оранці на відкритому полі (рис 2.1)

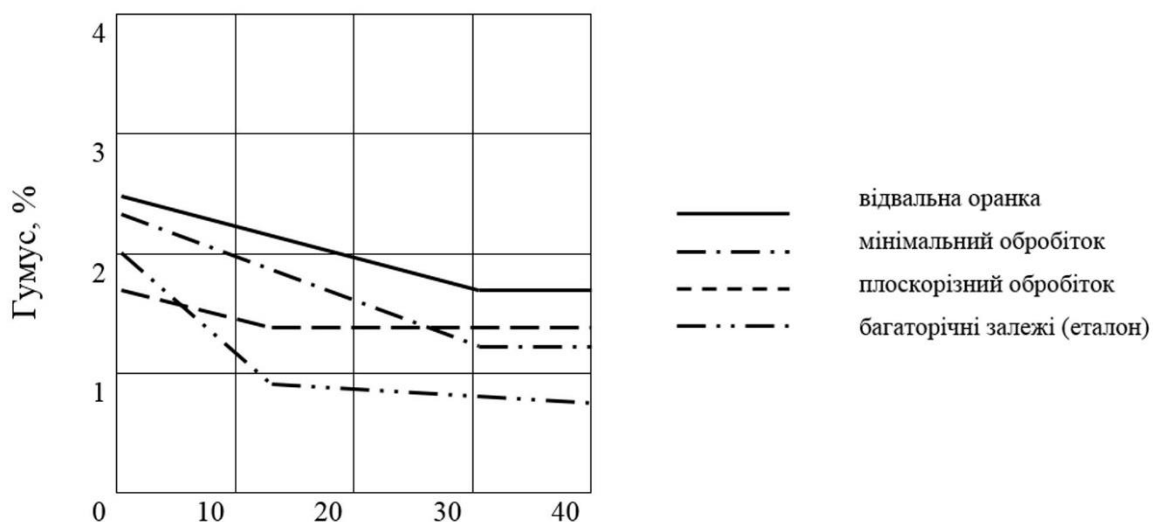


Рис. 2.1 Вплив способів обробітку на вміст гумусу в ґрунті

Система безполіцевого обробітку ґрунту вимагає від агрономів високої технологічної дисципліни. Тільки при дотриманні правильної агротехніки можна чекати як значного підвищення урожайності сільськогосподарських культур, так і покращення агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунту.

2.4 Розробка технологічної карти вирощування соняшника

Вибір та обґрунтування складу агрегату. Вибір типів і марок машин доцільно починати з енергетичних засобів, а тому підбираємо відповідні їм сільськогосподарські машини. При виборі типів в марок потрібно враховувати: 1) природньо-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості; 2) сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві; 3) розміри полів і їх конфігурацію; 4) характер виконуваних виробничих операцій.

Весь комплекс сільськогосподарських робіт за величиною робочих опорів машин – знарядь, якими виконуються відповідні операції, поділена на кілька груп. Для виконання виробничої операції (сівба соняшнику) згідно [9,10] приймаємо другу групу, до якої належать такі операції, як сівба просапних культур, міжрядний обробіток, тощо. Робочий опір машин при їх виконанні становить 6,0...15,0 кН. Ці роботи найбільш ефективно виконувати тракторами класів 9,0; 14,0; 20,0 кН.

Якість виконання операції та затрати механічної енергії на її виконання залежать від раціонального комплектування агрегату. Раціональність агрегату визначаємо відповідністю трактора і сівалки УПС-8 та оптимального співвідношення тягового зусилля трактора з робочим опором сівалки. Приймавши марку трактора і діапазон робочих швидкостей [9,10] з технічної характеристики трактора встановлюємо робочі передачі. Враховуючи вищезгадані умови, визначаємо тягове зусилля ($P_{\text{гак}}$), теоретичні швидкості руху трактора на прийнятих передачах (V_t).

Враховуючи вище перелічені умови і агротехнічні вимоги до сівби соняшнику приймаємо трактор МТЗ-80 і сівалку УПС 8 допустима агротехнічна швидкість якої $V_p = 4,5...9$ км/год; маса трактора $G_{\text{тр}} = 33,4$ кН, сівалки $G_m = 11,0$ кН, питомий опір $K = 1,5$ кН/м [9]. З характеристики поля відомо, що ґрунти важкі, величина підйому $i = 0,03$.

Розрахунки виконуємо в такій послідовності:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1. Користуючись технічною характеристикою трактора, визначаємо робочі передачі, при яких може виконуватись дана операція і відповідні цим передачам зусилля на гаку [9,10]:

$$V_T^{III} = 7,24 \text{ км/год}, \quad P_{H.ГAK}^{III} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_T^{IV} = 8,9 \text{ км/год}, \quad P_{H.ГAK}^{IV} = 14,0 \text{ кН};$$

2. Визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому поля:

$$P_{ГAK} = P_{H.ГAK} - G_{TP} \cdot i \quad (2.1)$$

де $P_{H.ГAK}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах, кН;

G_{TP} – маса трактора, кН., ($G_{TP} = 33,4$ кН);

i – величина підйому поля ($i = 0,03$).

Отже

$$P_{ГAK}^{III} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}$$

$$P_{ГAK}^{IV} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}$$

Знаходимо максимальну ширину захвату на III і IV передачах, м:

$$B_{\max} = \frac{P_{ГAK}}{K + R_i}, \quad (2.2)$$

де K – питомий опір сівалки, кН/м, ($K = 1,5$ кН/м);

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (2.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату сівалки, м; $B_K = 5,6$ м [9,10];

G_M – маса сівалки, кН; $G_M = 12,3$ кН [9].

Отже

$$R_i = \frac{12,3}{5,6} \cdot 0,03 = 0,066 \text{ кН/м},$$

$$B_{\max}^{III} = B_{\max}^{IV} = \frac{13,0}{1,5 + 0,066} = 8,3 \text{ м}.$$

4. Визначаємо кількість сівалок в агрегаті:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_K} \quad (2.4)$$

$$n_c^{III} = n_c^{IV} = \frac{8,3}{5,6} = 1,48.$$

Враховуючи тимчасові перевантаження, які можуть виникнути в процесі сівби, агрегатуємо на III і IV передачах одну сівалку, забезпечуючи цим резерв тяги.

5. Визначаємо тяговий опір агрегату, кН:

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (2.5)$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (2.1) і проводимо розрахунок

$$R_{агр}^{III} = R_{агр}^{IV} = (1,5 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,73 \text{ кН}$$

6. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{агр}}{R_{зак}} \quad (2.6)$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (2.6) і проводимо розрахунок:

$$\eta_{ТЗ}^{III} = \eta_{ТЗ}^{IV} = \frac{8,73}{13,0} = 0,67$$

7. Визначаємо змінну продуктивність агрегату, га/зм:

$$W_{ЗМ} = 0,1 B_P \cdot V_P \cdot T_P, \quad (2.7)$$

де B_P – робоча ширина захвату сівалки, м:

$$B_P = B_K \cdot \beta, \quad (2.8)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, м; $B_K = 5,6$ м;

β - коефіцієнт використання ширини захвату агрегату ($\beta = 1,0$).

Отже

$$B_P = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

V_P – робоча швидкість агрегату, км/год:

$$V_P = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.9)$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

де V_T – теоретична швидкість агрегату, км/год; $V_T^{III} = 7,24$ км/год,

$$V_T^{IV} = 8,9 \text{ км/год};$$

δ - коефіцієнт буксування, $\delta = 12\%$.

Отже

$$V_P^{III} = 7,24 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год};$$

$$V_P^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год};$$

T_P – чистий робочий час, год:

$$T_P = T_{3M} \cdot \tau, \quad (2.10)$$

де T_{3M} – час зміни, год. Приймаємо $T_{3M} = 8,0$ год;

τ - коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,82$ [9,10] при довжині гонів 1500 м.

Отже:

$$T_P = 8 \cdot 0,82 = 6,56 \text{ год.}$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (2.2) і проводимо розрахунок

$$W_{3M}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 6,56 = 23,4 \text{ га/зм};$$

$$W_{3M}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 6,56 = 27,1 \text{ га/зм.}$$

8. Визначаємо витрату палива на 1 га площі, кг/га:

$$Q_{GA} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (2.11)$$

де Q_{3M} – витрата палива за зміну, кг/зм;

W_{3M} – змінна продуктивність, га/зм.

$$Q_{3M} = Q_P \cdot T_P + Q_X \cdot t_X + Q_3 \cdot t_3, \quad (2.12)$$

де Q_P , Q_X , Q_3 – відповідно годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі, на зупинках; $Q_P = 15,4$ кг/год; $Q_X = 9,7$ кг/год; $Q_3 = 1,9$ кг/год [9];

T_P , t_X , t_3 – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_x = t_3 = \frac{T_{3M} - T_P}{2}, \quad (2.13)$$

де T_{3M} – час зміни, год $T_{3M} = 8,0$ год;

T_P – чистий робочий час, год, $T_P = 6,56$ год.

Отже

$$t_x = t_3 = \frac{8 - 6,56}{2} = 0,72 \text{ год.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (2.12) і проводимо розрахунок $Q_{3M} = 15,4 \cdot 6,56 + 9,7 \cdot 0,72 + 1,9 \cdot 0,72 = 109,37$ кг/зм.

Отримані значення підставляємо у формулу (2.11) і проводимо розрахунок:

$$Q_{GA}^{III} = \frac{109,37}{23,4} = 4,67 \text{ кг/год.}$$

$$Q_{GA}^{IV} = \frac{109,37}{27,1} = 4,036 \text{ кг/год.}$$

Аналізуючи виконані розрахунки приймаємо агрегат, що складається з трактора МТЗ-80 і сівалки УПС-8. Найефективніше агрегат буде працювати на IV передачі, додатковою буде III передача.

2.5 Підготовка поля до роботи

Ефективне використання агрегату і якість проведення сівби залежить від правильної підготовки поля. При підготовці поля слід його оглянути з метою усунення перешкод, які негативно впливатимуть на якість виконання операції і продуктивність агрегату, а також вибрати напрямок і спосіб руху агрегату.

При виборі способу руху потрібно враховувати форму поля і довжину гонів. Вибраний спосіб руху повинен забезпечувати найбільшу продуктивність і економну роботу агрегату, а також дотримання агрономічних вимог.

2.6 Розрахунок поворотних смуг

Для гонових способів руху на кінцях загінок залишаємо смуги розвороту агрегату.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Орієнтовну величину поворотної смуги при петльових грушовидних поворотах визначаємо за формулою [9,10]:

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (2.14)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м;

L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісним трактором та начіпною машиною приймаємо з умови:

$$R_{\min} = 1,8 \cdot 5,6 = 10,1 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою

$$L_a = L_{\text{ТР}} + L_M, \quad (2.15)$$

де $L_{\text{ТР}}$ – кінематична довжина трактора, м $L_{\text{ТР}} = 0,94$ м [9];

L_M – кінематична довжина машини, м $L_M = 1,1$ м [9].

Отже,

$$L_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (2.14) і проводимо розрахунок

$$E = 3 \cdot 10,1 + 2,04 = 32,4 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів.

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

$$\text{де } K = \frac{E}{B_p},$$

$$\text{Отже } K = \frac{32,4}{5,6} = 5,8$$

Приймаємо $K = 6$.

$$\text{Отже } E = 6 \cdot 5,6 = 33,6 \text{ м.}$$

Величина поворотних смуг при петльових грушовидних поворотах становить 33,6 м.

2.7 Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду агрегату залежить від розміщення робочих органів відносно центра агрегату:

при задній навісці $e = 0,1 \cdot L_a$.

Отже, $e = 0,1 \cdot 2,04 = 0,2$ м.

2.8 Підготовка агрегату до роботи та контроль за якістю роботи

Якісна підготовка агрегату до роботи має велике практичне значення в забезпеченні своєчасного виконання посіву соняшника на високому агротехнічному рівні.

2.9 Розрахунок норми висіву насіння

Норма висіву в штуках насінин на погонний метр розраховується по формулі:

$$N = \frac{z \cdot I}{3,14 \cdot D}, \quad (2.17)$$

де z – кількість отворів в висіваючому диску, шт, $z = 30$ шт.

I – передаточне число;

D – діаметр опорно-приводного колеса, м, $D = 0,74$ м.

Визначаємо загальне передаточне число, необхідне для забезпечення заданої норми висіву:

$$I = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{CT} \cdot Q \cdot B}{100 \cdot Z \cdot K}, \quad (2.18)$$

де Q – норма висіву в штуках на гектар (приймаємо $Q = 65\,000$ шт/га);

z – кількість отворів в висіваючому диску, шт ($z = 30$ шт.)

R_{CT} – статичний радіус колеса $R_{CT} = 0,037$ м.

B – ширина міжряддя, м.

k – коефіцієнт ковзання ($k = 0,9-0,95$)

$$I = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,037 \cdot 65000 \cdot 0,7}{1000 \cdot 30 \cdot 0,93} = 0,378$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Отримані значення підставляємо у формулу (2.17) і проводимо розрахунок:

$$N = \frac{30 \cdot 0,378}{3,14 \cdot 0,74} = 4,88 \text{ шт/п.м.}$$

2.10 Розрахунок вильоту маркера

При водінні трактора правим колесом по сліду маркера довжина правого і лівого маркера визначається за формулами, м:

$$l_{\text{П}} = \frac{A-C}{2} + b_{\text{СТ}}, \quad (2.19)$$

$$l_{\text{Л}} = \frac{A+C}{2} + b_{\text{СТ}}, \quad (2.20)$$

де А – відстань між крайніми сошниками, м:

$$A = B - b, \quad (2.21)$$

де В – ширина захвату сівалки, м, В = 5,6м;

b – ширина міжрядь, м, b = 0,7м.

Отже, $A = 5,6 - 0,7 = 4,9$ м.

$b_{\text{СТ}} = b$ - ширина міжрядь, м, $b_{\text{СТ}} = 0,7$ м;

С – відстань між серединами передніх коліс, м С = 1,4 м, [9].

Отримані значення підставляємо у формули (2.19), (2.20) та проводимо розрахунки:

$$l_{\text{П}} = \frac{4,9-1,4}{2} + 0,7 = 2,45 \text{ м,}$$

$$l_{\text{Л}} = \frac{4,9+1,4}{2} + 0,7 = 3,85 \text{ м.}$$

2.11 Оцінка якості роботи посівних машин

Якість роботи машини повинна задовольняти діючим агротехнічним вимогам і вимогам системи машин. Якість посіву визначаємо за трьома основними показниками: норма висіву насіння, глибина його загортання і ширина стикових міжрядь. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати 3%. Відхилення від заданої глибини загортання не повинно

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

перевищувати ± 2 см. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів ± 5 см, для суміжних сівалок ± 2 см. Нерівномірність висіву між окремими висівними апаратами допускається не більше $\pm 3\%$.

2.12 Розробка операційно-технологічної карти

Операційно-технологічна карта являє собою комплекс правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій.

Визначаємо тривалість одного циклу, хв

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (2.22)$$

де L_p – робоча довжини загінки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год. $V_p = 7,38$ км/год;

t_n = час повороту в кінці загінки, хв. $t_n = 1,5$ хв [9].

Визначаємо робочу довжину загінки:

$$L_p = L - 2E, \quad (2.23)$$

де L – довжина загінки, м; $L = 1500$ м;

E – ширина поворотної смуги, м; $E = 33,6$ м.

Отже,

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 33,6 = 1432,8 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (2.22) і проводимо розрахунок:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1432,8}{100 \cdot 7,38} + 2 \cdot 1,5 = 0,43 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (2.24)$$

де B_p , V_p , $T_{\text{ц}}$, τ - використовуємо з попередніх розрахунків.

Отже,

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 0,43 \cdot 0,82 = 1,46 \text{ га/ц.}$$

Кількість циклів за зміну

					MBC 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (2.25)$$

де $W_{\text{зм}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

Отже,

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,1}{1,46} = 18,56 \text{ ц/зм.}$$

Витрати палива за зміну

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}}, \quad (2.26)$$

де $Q_{\text{га}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

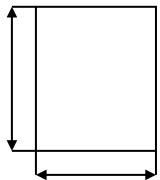
Отже,

$$Q_{\text{зм}} = 4,036 \cdot 27,1 = 109,37 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків складаємо операційно-технологічну карту (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Операційно-технологічна карта на посів соняшника

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 1500 м, величина підйому – 0,03, питомий опір з поправкою на швидкість – 0,5 кН/м, глибина загортання насіння – 7,5 см	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних сівалок ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини загортання ± 2 см. Не допускається незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор МТЗ-80, сівалка УПС-8, робоча ширина захвату – 5,6 м, мінімальний радіус повороту –	

	10,1 м, кінематична довжина агрегату – 2,04м. Підготовка агрегату: 1) провести щозмінне ТО трактора і сівалки; 2) відрегулювати на задану норму висіву; 3) встановити маркери	
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути ширина поворотної смуги 33,6 м.	
Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	
Швидкість руху	Робоча передача – IV, враховуючи буксування, робоча швидкість 7,38 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 26 хв, технічна продуктивність за цикл – 1,46 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 24,1 га/зм, кількість циклів за зміну 18,5 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	При оцінці якості посіву враховуються такі показники: нерівномірність висіву між окремими висівними апаратами не більше $\pm 1\%$, розтягнутість посіву насіння в рядку, непрямолінійність рядків, огріхи по всій площі і посів на поворотних смугах	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВС 00.000 ПЗ

Арк.

26

3. Наукова частина

Актуальність теми. На сьогоднішній день виробництво олії в Україні є найбільш привабливою галузю для сільськогосподарських виробників. Але для цього їм потрібно вкладати значні кошти перш за все в процес вирощування сировини – насіння соняшника. Тому над важливим є забезпечення рентабельності виробництва, а це можливо при отриманих врожаях не менше 22 ц/га. Оскільки середня врожайність по Україні в останні роки не перевищує 19 – 20 ц/га то робота над підвищенням врожайності культури за рахунок покращання процесу посіву насіння є досить актуальною і потрібною для впровадження більш продуктивних технологічних процесів вирощування.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності роботи прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі **задачі**:

проаналізувати чинні процеси роботи прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

дослідити процес роботи прикочуючого котка посівної секції сівалки і з'ясувати вплив конструкції його елементів на якість ущільнення ґрунту.

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на його роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів прикочуючого котка на виконання процесу прикочування та обґрунтовано їх раціональні значення;

аналітично досліджено математичну модель взаємодії прикочуючого котка і ґрунту;

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів конструкції прикочуючого котка на якість ущільнення ґрунту.

3.1 Обґрунтування напрямку вдосконалення конструкції прикочуючого котка посівної секції сівалки УПС 8

Підвищення врожайності соняшника є основною метою при вирішенні більшості задач, які пов'язані із удосконаленням технологічних процесів робочих органів просапної сівалки. Одним із найважливіших етапів вирощування є посів насіння. Посів повинен забезпечити найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, що дає можливість прискорити їх появу на денній поверхні і, як наслідок, збільшити врожайність культури. Загортання насіння в ґрунт є заключною стадією посіву, при якій відбувається утворення умов найбільш сприятливих для його проростання. Однак в реальних умовах загортанню насіння приділяється дуже незначна увага з боку виробників сівалок [11-16], а це може значно впливати на швидкість проростання насіння.

В зв'язку з цим актуальною є проблема удосконалення технології загортання насіння і конструкції прикочуючого котка просапної сівалки, яка направлена на покращення умов проростання насіння.

Прикочуючий коток (рис. 3.1) складається із поводкової групи 1 на якій змонтований кронштейн з V подібно розміщеними осями 2. На кожній осі знаходиться підшипниковий вузол 3, два диски 4 які фіксують шину атмосферного тиску 5 [17].

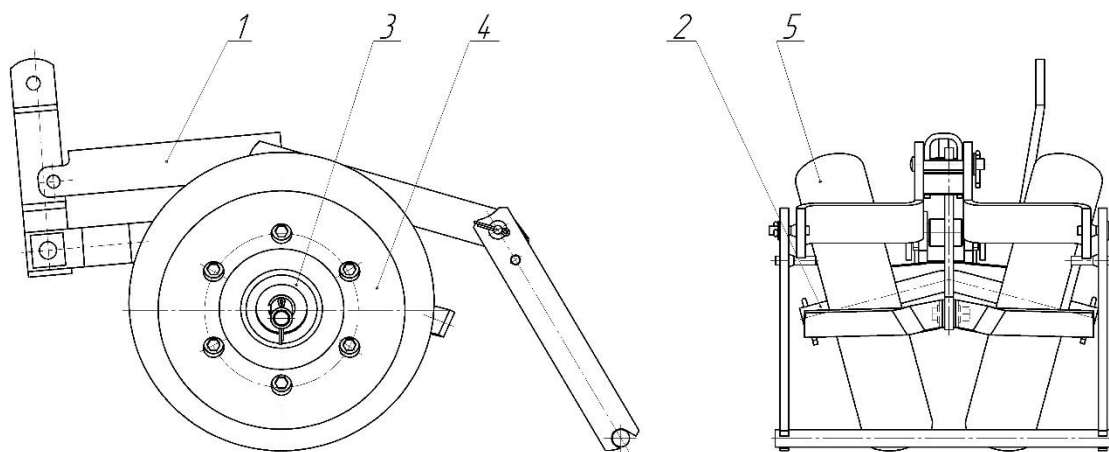


Рис. 3.1. Серійний прикочуючий коток сівалки УПС 8

В процесі роботи котки еліптичного профілю орієнтують тиск ґрунту з обох боків рядка, притискаючи його до насіння і створюючи таким чином необхідний контакт з ним.

Однак такий коток має істотний недолік – завдяки поверхням ободів, які мають еліптичний профіль і діють з обох боків від рядка, коток утворює значний боковий тиск в зоні розміщення насіння, ущільнюючи шар ґрунту над ним, тим самим перешкоджаючи його вільному проростанню. Крім того за рахунок бокового тиску ґрунт згруджується по центру рядка, не задовольняючи таким чином вимогам агротехніки по зменшенню питомої щільності ґрунту над насінням.

Для покращення умов контакту насіння з ґрунтом і задоволення вимог агротехніки по диференціації питомої щільності ґрунту в зоні розміщення насіння нами був розроблений удосконалений прикочуючий коток.

Запропонована конструкція прикочуючого котка виконана у вигляді шини атмосферного тиску, профіль якої утворений за допомогою двох еліптичних поверхонь, які нахилені під кутом до горизонтальної площини, а вертикальний тиск на шину рівномірно передається за допомогою конічних ободів.

На рис. 3.2 показаний удосконалений прикочуючий коток та характер розподілення щільності ґрунту в зоні розміщення насіння.

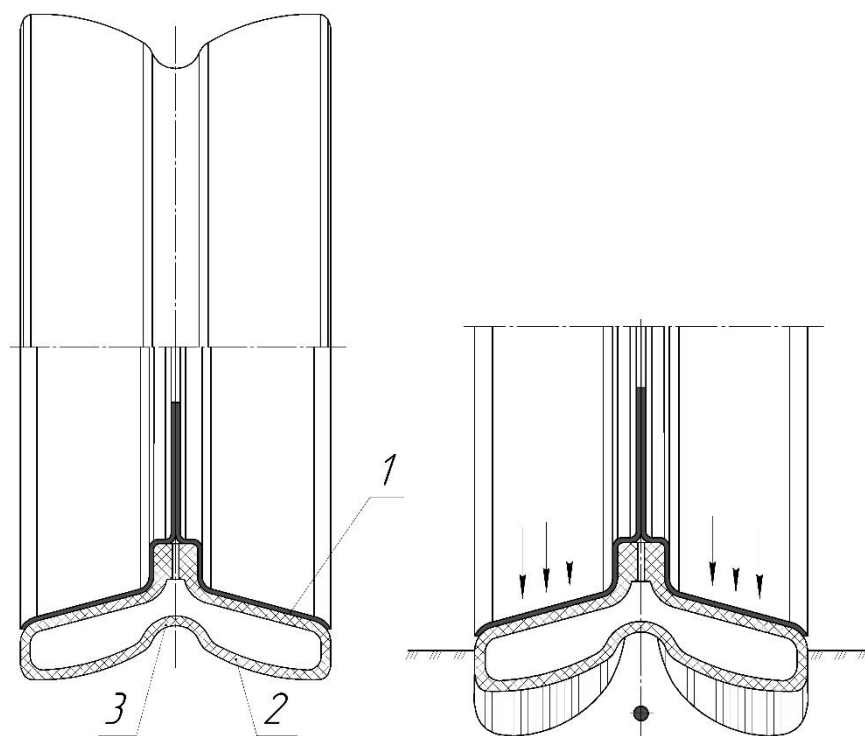


Рис. 3.2. Удосконалений прикочуючий коток

Удосконалена конструкція включає два металеві ободи, які утворені по конічній поверхні 1, гумову шину атмосферного тиску 2, профіль якої утворений за допомогою двох еліптичних поверхонь, які нахилені під кутом до горизонтальної площини. Посередині шини виконана радіальна впадина 3, яка призначена для зменшення щільності ґрунту безпосередньо над насінням та можливості її самоочищення при підвищенні вологості ґрунту.

Робочий процес сівалки з запропонованим прикочуючим котком відбувається таким чином: удосконалений коток плавно від верхніх шарів до нижніх ущільнює ґрунт з обох боків від насіння, завдяки дії вертикального навантаження яке передається за рахунок конічних ободів котка. Зменшення ущільнення котком верхнього шару ґрунту над насінням досягається за рахунок радіальної впадини, яка виконана посередині котка і утворює зону мінімального тиску від дії котка. Така конструкція котка, як показано на рис. 3.2, забезпечує диференційне розподілення щільності ґрунту – більша щільність має місце в зоні розміщення насіння, а менша – в верхній зоні рядка.

Ефективність запропонованої конструкції прикочуючого котка сівалки забезпечується:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Підвищеною щільністю ґрунту в зоні розміщення насіння, що сприяє підтягуванню вологи і покращенню його схожості та створенням сприятливих умов для проростання насіння завдяки меншій щільності ґрунту безпосередньо над ним.

2. Плавністю розподілення щільності ґрунту завдяки конструкції шини удосконаленого котка та вертикальній дії конічних ободів на неї.

3. Компенсацією згруджування ґрунту завдяки виконанню радіальної впадини посередині профілю котка, що дозволяє зменшити тиск котка в зоні розміщення насіння та усунути налипання вологого ґрунту на його робочу поверхню.

3.2 Аналіз процесу прикочування ґрунту з врахуванням швидкості руху посівної секції просапної сівалки

Наявні в сучасній літературі відомості по цьому питанню свідчать про те, що прикочування ґрунту одночасно з посівом, становить значний інтерес для сільськогосподарського виробництва, як фактор підвищення врожайності і поліпшення агробіологічних властивостей ґрунту.

Щодо цього варто вказати на роботи акад. В.П. Мосолова, Н.І. Крашениннікова, Д.І. Бурова, А.О. Лисенкова, В.Н. Герасенкова, А.С. Роктанена і ін.

Але разом з тим є ряд питань, спрямованих на поліпшення технологічного процесу і удосконалювання технічних засобів прикочування ґрунту одночасно з посівом, які дотепер вивчені недостатньо. Так зокрема, не вивчений вплив питомого тиску котка на характер ущільнення ґрунту в зоні залягання насіння при посіві, вплив геометричної форми обода і швидкості руху на ущільнення ґрунту, а також не встановлене оптимальне ущільнення ґрунту для різних культур і ґрунтово – кліматичних зон країни.

Кінематичні елементи взаємодії твердого колеса із ґрунтом вже звертали до себе увагу і були об'єктом досліджень інших дослідників. Щодо цього слід зазначити роботи акад. В.П. Горячкіна, М.Х. Пігулевського, В.А.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Желіговського, В.И. Скорика, С.С. Саакяна, П.М. Василенко, В.В. Чернишова, В.А. Новічихіна, В.А. Скользязєва, А.Ф. Політаєва, А.П. Маєвського, Ю.Я. Цапенко і ін.

Але ці роботи були спрямовані головним чином на дослідження силової взаємодії обода циліндричного колеса із ґрунтом. Що ж стосується впливу котка на ущільнення ґрунту в зоні залягання насіння при посіві, то ці питання також вивчені недостатньо.

У зв'язку із цим було поставлене завдання, здійснити дослідження процесу прикочування ґрунту прикочуючими котками при посіві сільськогосподарських культур з метою підвищення ефективності їх використання.

Огляд і критичний аналіз літературних джерел дозволив зробити висновок, що поставлене завдання є актуальним і становить значний інтерес для виробництва, а також існує потреба в широкому теоретичному і експериментальному дослідженні.

3.3 Теоретичне обґрунтування напруженого стану ґрунту в орному шарі

Розглядаючи орний шар ґрунту як природне дисперсне тіло, що складається з окремих дрібних часток, зв'язаних між собою змінними силами незначної величини - варто враховувати, що в період посіву, у багатьох випадках ґрунт може мати в'язкопластичну консистенцію, що майже не прилипає до поверхні робочих органів с.г. машин. У цьому випадку під пластичністю розуміється здатність ґрунту деформуватися при впливі зовнішніх сил, без розриву суцільності і зберігати отриману форму невизначено довгий час навіть після зняття навантаження.

Тому в основу рішення поставленого завдання нами прийняте положення Н.М. Герсєванова, який показав, що при розрахунках напруженого стану ґрунтового середовища, можна застосовувати висновки теорії пружності і для непружних середовищ при тій умові, що між напруженням і деформаціями існує лінійна залежність. Як показали численні

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

експериментальні дані, положення Н.М. Герсєванова при коткуванні ґрунту в в'язко - пластичному стані, підтверджується.

Для визначення напруження ґрунтового середовища в межах лінійної залежності між напруженням і деформаціями, де тиск змінюється в незначних межах, будуть справедливі рівняння теорії пружності, які також виходять із лінійної залежності між напруженням і деформаціями. Приймаючи умовно тиск котка у вигляді зосередженого навантаження і ґрунт у в'язкопластичній консистенції, напружений стан ґрунтового середовища визначається з рівнянь Бусинеско:

$$G_x = \frac{3Q}{2\pi e^2}, \quad (3.1)$$

$$G_y = \frac{3}{2\pi} \left(\frac{y^2 e}{R^5} + \frac{1-2\mu}{3} \left[\frac{1}{R(R+e)} - \frac{(2R+e)y^2}{(R+e)^2 R^3} - \frac{e}{R^3} \right] \right), \quad (3.2)$$

$$G_z = \frac{3}{2\pi} \left(\frac{y^2 e}{R^5} + \frac{1-2\mu}{3} \left[\frac{1}{R(R+e)} - \frac{(2R+e)z^2}{(R+e)^2 R^3} - \frac{e}{R^3} \right] \right), \quad (3.3)$$

де Q – вертикальний тиск котка на ґрунт, кг;

x, y, z – просторові координати: вертикальна, повздовжня, поперечна;

G_x, G_y, G_z – нормальні складові напружень, паралельні осям x, y, z ;

R – полярна координата точки ущільнення ґрунту на заданій глибині

$$R = \sqrt{r^2 + e^2};$$

μ – коефіцієнт бокового розширення;

e – проекції полярної координати на вертикаль;

r – відстань точки вимірювання напружень від вертикалі.

Ці формули можуть служити для визначення складових напружень від дії котка на ґрунт для будь-яких ділянок, які паралельні обмежуючій площині. Зазначені вирази не містять також характеристик деформованості і тому будуть справедливі для будь-яких ґрунтових різниць.

Теоретичне визначення напружень реального ґрунтового середовища поки зустрічає труднощі через відсутність фізичних значень параметрів, що входять у ці рівняння. Тому поставлене завдання повинно вирішуватися експериментальним шляхом при ущільненні ґрунту котками посівних машин з постійним, заздалегідь заданим навантаженням, що відповідає розрахунковому, прийнятим для пружного середовища.

На рис. 3.3 представлений графік напруг орного шару ґрунту по глибині, у напрямку підшви орного горизонту.

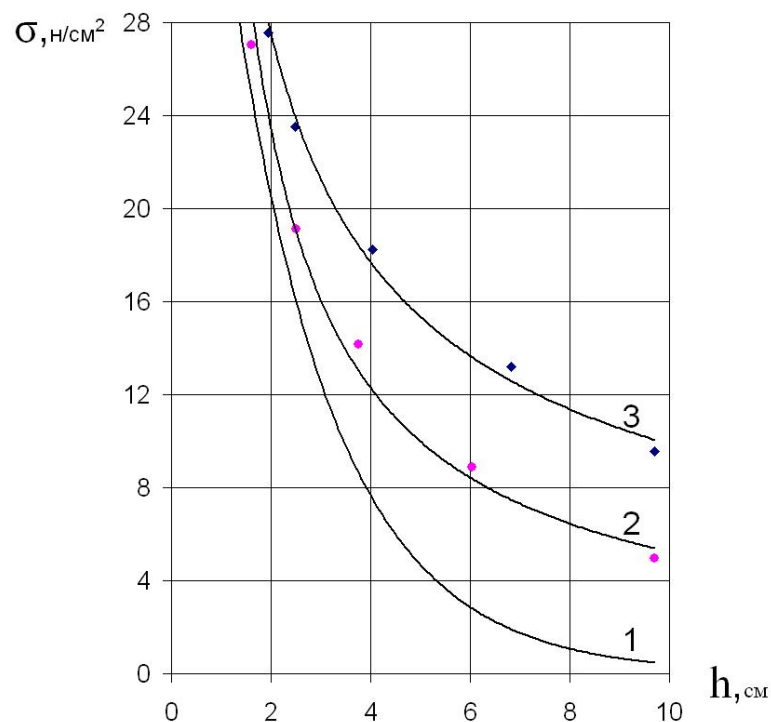


Рис. 3.3 Теоретична залежність напружень від глибини:

1 – теоретична крива, 2, 3 – експериментальні криві отримані Шевельовим В.М. [18] для супіщаного ґрунту і чорнозему відповідно

Із графіка видно, що на деякій глибині між напруженнями і деформаціями в орному шарі ґрунту має місце лінійна залежність, що повною мірою узгоджується з теоретичними висновками механіки суцільних середовищ. Разом з цим, з наведених рівнянь слідує, що напруга ґрунтового середовища (рівняння 3.1) прямо пропорційно тиску котка і обернено пропорційно квадрату глибини. Із цього випливає практичний висновок про

те, що зі збільшенням глибини загортання насіння при посіві, необхідно відповідно збільшувати і питомий тиск котків на ґрунт.

3.4 Умови зминання і втискування грудок в ґрунтове середовище

Сутність ущільнення поверхні ґрунту при коткуванні полягає в тому, що ґрунтовий агрегат, що знаходиться на поверхні поля, будучи затисненим між ободом котка і площиною його спокою, руйнується або втискується в ґрунтове середовище. Подрібнення або втискування ґрунтових грудок залежить від співвідношення результуючих сил, прикладених до осі котка і сумарної реакції ґрунтового середовища. Занурення грудки настає тоді, коли сила тиску котка більше тимчасового опору деформації стиску ґрунту. Це явище має місце в тому випадку, коли ґрунтові агрегати, що знаходяться на поверхні поля, просихають швидше нижніх шарів ґрунту і мають трохи більшу твердість. Втискування незруйнованих ґрунтових агрегатів у масу ґрунту приводить до утворення в підповерхневому шарі ґрунту твердих ділянок, які в багатьох випадках перешкоджають схожості рослин після посіву.

Таке явище викликає необхідність культивації ґрунту розпушувачами з наступним її боронуванням. Тому в реальних умовах підготовки ґрунту не слід допускати великого розриву між попередньою обробкою і прикочуванням.

У тому випадку, коли сумарний опір деформації стиску ґрунту більше або дорівнює тиску котка, ґрунтовий агрегат руйнується на більш дрібні частки, які переміщаючись під впливом ободу, ущільнюють верхній шар ґрунту.

Якщо занурення ободу котка незначне, то умова, при якому ґрунтові агрегати руйнуючись будуть вдавлюватись в масу ґрунту, визначаються з таких міркуванні: при впливі ободу котка на ґрунтовий агрегат між ободом і ґрунтовим агрегатом, а також між агрегатом і поверхнею ґрунту виникають сили тертя $f_0 N_1$ і $f_0 N_2$.

Якщо ці сили більше сил, що виштовхують ґрунтові агрегати, то вони будуть затримані ободом, зруйновані і занурені у ґрунтову масу. Якщо сила,

що виштовхує грудку, більше зазначених сил тертя, то ґрунтова грудка буде виштовхуватись вперед по ходу котка, утворюючи разом з іншими передкотковий пагорб.

У польових умовах роботи посівних машин, таке явище приводить до нагромадження ґрунту перед котком, порушенню роботи загортачів і забиванню вихідних отворів сошників. Тому пошук таких механіко - технологічних параметрів котків, які могли б виключити можливість валкоутворення є важливим завданням.

Для визначення діаметра котка залежно від величини ґрунтових грудок, що знаходяться на поверхні при коткуванні, існує наступне рівняння [19]:

$$D_k = d_n f_0 \left[\frac{(2 + S_m^2) - 2\sqrt{1 + S_m^2}}{S_m^2} \right], \quad (3.4)$$

де D_k – діаметр котка, мм;

f_0 – коефіцієнт надійності защемлення, визначений експериментально і має наступні значення: для чорнозему 1,3, сірий суглинок 1,2, супісь 1,1;

d_n – максимальний діаметр ґрунтових агрегатів, мм;

S_m – сума коефіцієнтів тертя, ободу об ґрунт і ґрунту об ґрунт.

На (рис. 3.7) представлений розрахунковий графік для вибору діаметра котка в залежності від величини ґрунтових агрегатів.

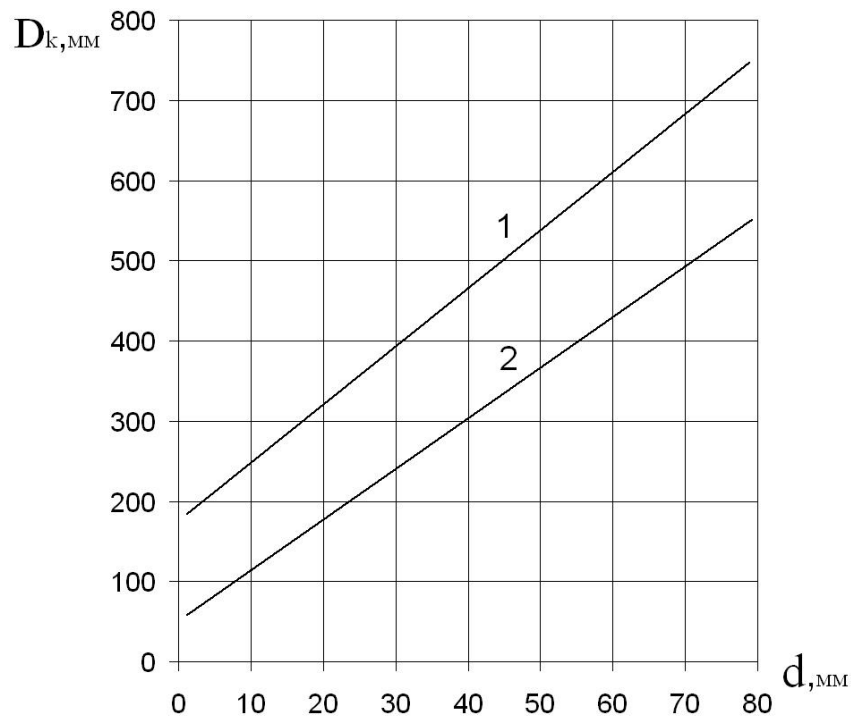


Рис. 3.4 Розрахункова залежність для вибору діаметра котка в залежності від величини ґрунтових агрегатів:

1 – супіщаний ґрунт; 2 – чорнозем

Рівняння (3.4) визначає співвідношення розмірних величин між діаметром котка і діаметром ґрунтових агрегатів. Звичайно на боронованому полі, підготовленому для посіву, оптимальні розміри ґрунтових агрегатів не перевищують 4 - 6 см, для руйнування яких задовольняє діаметр котків у межах 300 - 450 мм із шириною обода 50 - 70 мм.

3.5 Ущільнення ґрунту в залежності від зміни швидкості руху котків

При дії котка на поверхню ґрунту відбувається ущільнення його верхнього шару, величина якого залежить не тільки від навантаження, але і від часу контакту обода із ґрунтом.

У зоні колії, що утворилася, обсяг ґрунту частково відновлюється завдяки своїм пружно – в'язким властивостям і заповненню порожнин повітрям і вологою. Величина залишкової деформації після проходження котка залежить від часу впливу котка на ґрунт. При незначних деформаціях і напругах, які мають місце при прикочуванні, і розглядаючи ґрунт як

в'язкопластичне середовище, його ущільнення може бути описано лінійними рівняннями теорії пружності [20]. У відмінності від закону Гука в ці рівняння повинен входити час, причому зв'язок між напругами, деформаціями і часом не є функціональним і може бути заданий лише в диференціальній формі .

$$H\eta\dot{\varepsilon} + E\varepsilon = \sigma + \eta\dot{\sigma}, \quad (3.5)$$

де H – миттєвий модуль пружності;

η – час релаксації;

E – поздовжній модуль пружності;

ε – відносна деформація ґрунту;

$\dot{\varepsilon}$ – швидкість зміни деформації;

σ – напруження в ґрунті, яке утворене котком;

$\dot{\sigma}$ – швидкість зміни напружень;

Якщо припустити, що навантаження на ґрунт постійне, тобто $\sigma = const$, то рівняння (3.5) набуває такого вигляду:

$$\varepsilon + \frac{E}{H\eta}\varepsilon = \frac{1}{H\eta}\sigma \quad (3.6)$$

Це рівняння розв'язується так:

$$\varepsilon = ce^{-\frac{Et}{H\eta}} + \frac{\sigma}{E} \quad (3.7)$$

де c – довільна стала величина.

Якщо на початку деформації при $t = 0$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 = \frac{\sigma}{H},$$

то

$$c = \sigma \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right).$$

Тоді рівняння (3.7) набуває такого вигляду:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \sigma \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) e^{-\frac{Et}{Hn}} \quad (3.8)$$

Зважаючи на те, що $H > E$, вираз $\left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right)$ має від'ємне значення. Тому відносна деформація з часом зростатиме, хоч інтенсивність її поступово зменшується.

Коли навантаження діє протягом тривалого часу, відносна деформація наближається до величини $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$.

Якщо раптово зняти навантаження, то $\frac{\sigma}{E} = 0$. Тоді з рівняння (3.7) одержимо $\varepsilon = c e^{-\frac{Et}{Hn}}$.

В момент розвантаження деформатора, коли $t = t_0$ і $\varepsilon = \varepsilon_0$, матимемо:

$$c = \varepsilon_0 e^{\frac{Et}{Hn}}$$

або

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-\frac{E(t_0-t)}{Ht}} = \varepsilon_0 e^{-\frac{Et}{Hn}}, \quad (3.9)$$

де T – час, який минув з моменту розвантаження деформатора.

З рівняння (3.9) видно, що з часом деформація зменшується і може дорівнювати нулю [21].

Для зволоженого ґрунту такий процес деформації не є характерним. Розглянемо докладніше процес деформації ґрунту котками посівних машин в умовах, що мають місце під час сівби.

Будемо при цьому визначати зміну напруги в ґрунті залежно від часу, вважаючи, що закон зміни деформації відомий.

Перепишемо для цього рівняння (3.7) так:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$\dot{\sigma} + \frac{1}{n}\sigma = \frac{1}{n}(H\eta\varepsilon + E\dot{\varepsilon}) \quad (3.10)$$

Розв'язавши його як лінійне диференціальне рівняння першого порядку відносно σ , одержимо:

$$\sigma(t) = e^{-\frac{t}{n}} \left[\frac{1}{n} \int_0^t (E\varepsilon + Hn\dot{\varepsilon}) e^{\frac{t}{n}} dt + \sigma(0) \right] \quad (3.11)$$

де $\sigma(0)$ – напруга в ґрунті в початковий момент деформації.

Зважаючи на те, що в нашому випадку ґрунт ущільнюється котками, його деформацію в першому наближенні можна визначити з такого виразу (рис. 3.5):

$$\begin{aligned} h &= R \sin(\alpha_0 + \omega t) - R \sin \alpha_0 = \\ &= R \sin \alpha_0 \cos \omega t + R \cos \alpha_0 \sin \omega t - R \sin \alpha_0 \end{aligned} \quad (3.12)$$

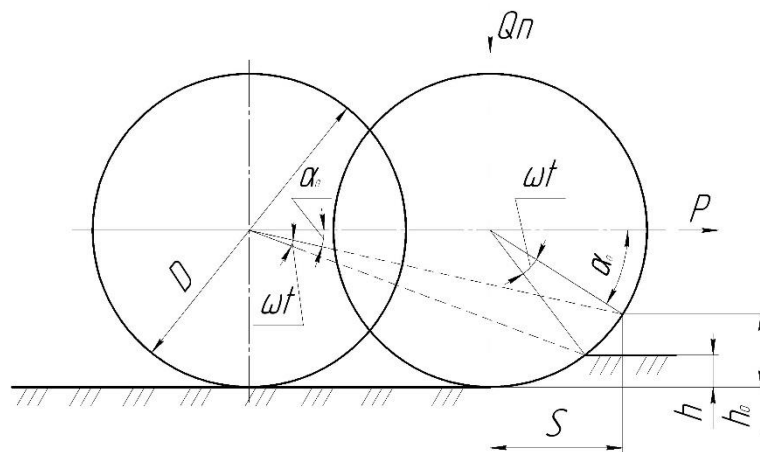


Рис. 3.5 Схема взаємодії котка із ґрунтом при його перекочуванні

Якщо вважати, що величина деформації ґрунту завжди менша за радіус котка, то можна припустити:

$$\cos \omega t \approx 1, \quad \sin \omega t \approx \omega t$$

Підставивши це в рівняння (3.12), одержимо:

$$h = R\omega t \cos \alpha_0, \quad (3.13)$$

або

$$h = Kt, \quad (3.13)$$

де $K = R\omega \cos \alpha_0$.

Якщо шар ґрунту, який деформується котком, досягає величини h_0 , то відносна його деформація матиме такий вигляд (див. рис. 3.5):

$$\varepsilon = \frac{h}{h_0} = \frac{R\omega t \cos \alpha_0}{h_0} = \frac{Kt}{h_0} = K_0 t, \quad (3.14)$$

де

$$K_0 = \frac{K}{h_0}.$$

Похідна від деформації за часом у цьому випадку буде:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d}{dt}(K_0 t) = K_0 = \text{const} \quad (3.15)$$

Звівши значення (3.11) і (3.15), одержимо:

$$\sigma(t) = e^{-\frac{t}{n}} \left[\frac{1}{n} \int_0^t (EK_0 \tau + HnK_0) e^{\frac{\tau}{n}} d\tau + \sigma(0) \right]. \quad (3.16)$$

Якщо замінити змінну величину, за якою треба інтегрувати, то рівняння (3.16) можна записати так:

$$\sigma(t) = \sigma(0) e^{-\frac{t}{n}} + \frac{1}{n} \int_0^t (EK_0 \tau + HnK_0) e^{-\frac{\tau-t}{n}} d\tau \quad (3.17)$$

Проінтегрувавши його, одержимо:

$$\begin{aligned} \sigma(t) &= \sigma(0) e^{-\frac{t}{n}} + K_0 [E(\tau - n) + Hn] e^{-\frac{\tau-t}{n}} = \sigma(0) e^{-\frac{t}{n}} + K_0 [E(t - n) + Hn] - \\ &- K_0 [n(H - E)] e^{-\frac{t_0}{n}} = K_0 \left\{ [E(t - n) + Hn] - \left[n(H - E) - \frac{1}{K_0} \sigma(0) \right] e^{-\frac{t}{n}} \right\}. \end{aligned} \quad (3.18)$$

З рівняння видно, що при збільшенні часу дії деформатора напруга в ґрунті зростатиме. Це означає, що при незмінному навантаженні на коток та при збільшенні його швидкості деформація ґрунту зменшуватиметься. Отже, для забезпечення постійної деформації ґрунту при підвищенні швидкості котків необхідно відповідно збільшувати навантаження та їх ободи.

Розглянемо задачу оберненого змісту.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Будемо вважати, що в першому наближенні напруга в ґрунті зменшується прямо пропорційно часу дії деформатора:

$$\sigma = Kt. \quad (3.19)$$

Визначимо в цьому випадку зміну відносної деформації:

$$\dot{\varepsilon} + \frac{E}{Hn} \varepsilon = \frac{1}{Hn} \sigma + \frac{1}{H} \dot{\sigma}, \quad (3.20)$$

або

$$\dot{\varepsilon} + \frac{E}{Hn} \varepsilon = \frac{K}{Hn} t + \frac{K}{H}. \quad (3.21)$$

Розв'язавши це рівняння, одержимо:

$$\varepsilon = e^{-\frac{Et}{Hn}} \left[\int_0^t \left(\frac{K}{Hn} t + \frac{K}{H} \right) e^{\frac{Et}{Hn}} dt + c \right] \quad (3.22)$$

Після зміни перемінної, за якою проводиться інтегрування, рівняння (3.22) матиме вигляд:

$$\varepsilon(t) = ce^{-\frac{Et}{Hn}} + \int_0^t \left(\frac{K_0}{Hn} \tau + \frac{K_0}{H} \right) e^{\frac{E(\tau-t)}{Hn}} d\tau. \quad (3.23)$$

Після його інтегрування одержимо:

$$\begin{aligned} \varepsilon(t) = ce^{-\frac{Et}{Hn}} + \frac{HnK_0}{E} \left(\frac{1}{Hn} \tau + \frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) e^{\frac{E(\tau-t)}{Hn}} = ce^{-\frac{Et}{Hn}} + \\ + \frac{HnK_0}{E} \left(\frac{1}{Hn} \tau + \frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) - \frac{HnK_0}{E} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{E} \right) e^{\frac{Et}{Hn}} \end{aligned} \quad (3.24)$$

В момент часу, коли $t = 0$, ґрунт перебуває в пружному стані і тому

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(0) = \frac{\varepsilon(0)}{H} = c.$$

Отже, рівняння (3.24) можна записати так:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(0)}{H} e^{-\frac{Et}{Hn}} + \frac{K_0}{E} t + \frac{HnK_0}{E} \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) \left(1 - e^{-\frac{Et}{Hn}} \right). \quad (3.25)$$

або

$$\varepsilon(t) = \frac{K_0}{E} t + \left[\frac{HnK_0}{E} \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) + \frac{\sigma(0)}{H} \right] e^{-\frac{Et}{Hn}}. \quad (3.26)$$

З рівняння (3.26) видно, що із збільшенням часу дії деформатора ущільнення ґрунту зростає. Після проходження котка навантаження на ґрунт знімається, і напруга в ньому зменшується до нуля.

Отже, $\sigma = 0$. В цьому випадку рівняння (3.21) набуде такого вигляду:

$$\varepsilon(t) = ce^{-\frac{Et}{Hn}}. \quad (3.27)$$

Якщо навантаження зняти в момент часу, коли $t = t_0$, а змінання ґрунту в цей час дорівнюватиме $\varepsilon(0)$, то $c = \varepsilon(0)e^{\frac{Et_0}{Hn}}$. В цьому випадку рівняння (3.26) можна записати так:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(0)e^{\frac{E(t_0-t)}{Hn}}, \quad (3.28)$$

або

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(0)e^{-\frac{E(t_0-t)}{Hn}} \quad (3.29)$$

Отже, за якийсь час середовище ґрунту після ущільнення повинно повернутись до свого попереднього стану. Проте практично таке явище не спостерігається, бо для цього потрібен тривалий час [22].

Якщо припустити, що коток рухається з постійною швидкістю, то час перекочування визначається так:

$$t = \frac{S_k}{V} = \frac{2Kh_0 - h_0^2}{V},$$

де S – шлях, пройдений коточком за час, протягом якого відбувається ущільнення ґрунту;

V – швидкість руху котка.

$$\varepsilon(t) = \frac{K_0}{E} \cdot \frac{S_k}{V} + \left[\frac{HnK_0}{E} \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) + \frac{\sigma(0)}{H} \right] e^{-\frac{ES_k}{HnV}}. \quad (3.30)$$

З рівняння (3.30) видно, що при збільшенні швидкості руху котка час його контакту з ґрунтом, а отже, і деформація останнього зменшуватимуться. Очевидно, для підтримування постійного ущільнення ґрунту при сівбі треба відповідно збільшувати навантаження на котки.

Таким чином отримана закономірність ущільнення ґрунту в залежності від швидкості руху котків представлена аналітично в загальному вигляді. Конкретне її застосування для вирішення задач землеробної механіки поки, що зустрічає перешкоди із-за відсутності фізичних значень параметрів, які входять в ці рівняння. Тому отримана залежність повинна бути перевірена експериментальним шляхом [23].

Величина питомого тиску котка, який забезпечує оптимальне ущільнення ґрунту по глибині загортання насіння отримано у наступному вигляді:

$$q_k = \frac{16cb \left(1 - \frac{\varepsilon_0}{3}\right) h^{\varepsilon_0} S_k}{D_k^2}, \quad (3.31)$$

де q_k – питомий тиск ободу котка по його ширині, кг/см, ширини ободу;

c – коефіцієнт опору ґрунту стискуванню;

b – ширина ободу котка, см;

D_k – діаметр котка, см;

h – глибина ущільнення, см;

S_k – площа дотику ободу котка з ґрунтом, см²;

ε_0 – параметр, який характеризує зростання опору ґрунту при стискуванні.

Із рівняння видно, що тиск котків потрібно визначати з врахуванням фізико – механічних властивостей ґрунту та параметрів котка.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4. Охорона праці

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які виникають при експлуатації модернізованої сівалки УПС 8

При використанні агрегату для сівби можуть виникати такі небезпечні та шкідливі фактори: рухомі частини та механізми, до яких належать механізм передач, опорно-привідні колеса, ланцюгові передачі, можуть викликати поранення кінцівок при недотриманні правил безпеки; підвищена запиленість повітря робочої зони спостерігається при виконанні сівалкою процесу сівби, коли сошники заглиблюються у ґрунт підвищений рівень шуму, вібрацій, виникає внаслідок гучної роботи тракторного двигуна, роботи самої сівалки; хімічні речовини впливають на організм людини, викликаючи отруєння подразнення шкіри та ін. Причиною є пил, який відділяється від протруєного насіння, мінеральних добрив, які засипаються в бункер [24].

4.2 Заходи по створенню нешкідливих умов праці

У відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.003, захист від шуму та вібрації здійснюється за рахунок використання шумо і вібропоглинаючих пристроїв: ізоляції кабіни трактора звукопоглинаючим матеріалом; двигун і кабіна трактора встановлені на гумові подушки [25].

Для захисту працюючих від шкідливої дії отрутохімікатів і мінеральних добрив рекомендується забезпечувати працюючих захисними окулярами, респіраторами марки ШБ-1 або протимарлевими масками типу ПТМ-1.

Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочій ділянці оператора - відповідають ДСТУ 2189-93. Робоче місце оператора захищене від викидання ґрунту з під коліс та робочих органів і відповідає вимогам санітарних правил СП 4282 [26,27].

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.3 Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

Складність обслуговування с/г машин вимагає складання обслуговуючому персоналу відповідних санітарно-гігієнічних і безпечних умов праці. Нещасні випадки в своїй більшості трапляються у разі поганого технічного рівня машин, відсутності або несправності огорожуючих пристроїв, ремонту, регулювань, очищення і змащування машин під час руху, невідповідність або несправність інструмента; відсутність або невідповідність спецодягу, незадовільний рівень знань механізаторів правил техніки безпеки і відсутність технагляду [29].

Для забезпечення безпечних умов праці на сівалці УПС 12 передбачено такі заходи безпеки:

- конструкція машини забезпечує автоматичне навішування її до енергетичного засобу, за допомогою автозчіпки;
- робочі органи сівалки устатковані механічними фіксаторами, які утримують їх в транспортному положенні;
- на видних місцях елементів конструкції сівалки існують символи і написи з техніки безпеки;
- регулювання робочих органів та інших механізмів сівалки під час руху виконується з робочого місця оператора;
- сівалка має швидкоз'єднуючі зчіпні пристрої (ШЗП) згідно з ГОСТ 25942 – 81 [28];
- зовнішні поверхні усіх захисних засобів приводів пофарбовані у сигнальний колір (червоний або жовтий);
- сівалка має висоту завантажувальних бункерів не більше 1,0 м від опорної поверхні землі;
- механізм передачі обладнаний шплінтами, які при збільшенні навантаження на валу, більше допустимого, зрізуються і передача крутного моменту припиняється;
- робочі органи сівалки, які забиваються (висівні апарати, повітропроводи, вихідні отвори бункерів) і які являють небезпеку

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговуючому персоналу, обладнані пристроєм автоматичного керування УСК.

4.4 Заходи покращання умов праці при вирощуванні соняшника

Для покращання умов праці робітників при вирощуванні соняшника пропонуються наступні заходи, які направлені на усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, і можуть виникнути в процесі сільськогосподарських робіт [24,29]. Під час проведення польових робіт для підтримання оптимальної температури на кабінах тракторів і комбайнів встановлювати повітряні охолоджувачі - обігрівачі, які регулюють температуру і вологість повітря. Для захисту механізаторів від пилу застосовують вентиляцію. Якщо вентиляція не забезпечує комфортних умов слід користуватись засобами індивідуального захисту: спецодяг, окуляри, респіратори.

Для захисту від шуму органів слуху необхідно застосовувати протишумові навушники ВЦННІОТ-1. Щоб знизити шкідливу дію шуму і вібрацій на людей необхідно передбачити організаційно-технічні заходи:

- чергування часу роботи і відпочинку, медичне обстеження;
- періодичні експлуатаційні перевірки рівня вібрацій;
- своєчасні планові і запобіжні ремонти машин.

При роботі з токсичними речовинами необхідно користуватись спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту [29].

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність сівалки УПС 8 з удосконаленням робочим органом

Економічна ефективність нової конструкції робочого органу розраховувалась на основі:

аналізу відповідності запропонованої конструкції прикочуючого котка агротехнічним вимогам на загортання насіння соняшнику;

оцінки переваг експериментального робочого органу перед серійним;

визначення розміру економічного ефекту від впровадження в господарстві.

Економічна ефективність від покращення якісних показників нового робочого органу визначалась на основі прогнозування результатів потенційної врожайності культури в господарстві від його використання.

Порівняння ефективності використання технологічного процесу із удосконаленням робочим органом та базовим показали, що врожайність соняшнику при використанні нового технологічного процесу може підвищити врожайність на 2 – 3 ц/га в порівнянні із базовим.

Оскільки економічний ефект по новому технологічному процесу є результатом збільшення врожайності культури то ми можемо записати залежність отримання споживачем додаткової економічної користі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$D_{ек} = \Delta\Pi_y \cdot C_z \cdot H_c, \quad (5.1)$$

де $\Delta\Pi_y$ – мінімальний приріст врожайності, ц;

C_z – мінімальна закупівельна ціна, грн/ц;

H_c – нормативний наробіток машини за сезон, га.

Нормативний наробіток машини за сезон визначає наступна залежність:

$$H_c = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{ез} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

де B – ширина захвату сівалки, м;

V_p – швидкість руху сівалки, км/год;

K_{ez} – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

T_z – мінімальне завантаження сівалки за сезон, год.

Очікуваний річний економічний ефект на одну модернізовану машину:

$$E_p = D_{ek} - E_n \Delta K_{dk}; \quad (5.3)$$

де D_{ek} – додаткова економічна користь, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

ΔK_{dk} – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний річний економічний ефект на гектар посівної площі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_c,$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайності соняшнику по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц соняшнику [30]; значення нормативних величин [31]; технічних характеристик модернізованої машини [32]. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$D_{ek} = 2 \cdot 182,5 \cdot 123,7 = 45150,5 \text{ грн}$$

$$H_c = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,8 \cdot 0,65 \cdot 50 = 123,7 \text{ га}$$

$$E_p = 45150,5 - 0,15 \cdot 1000 = 45000,5 \text{ грн}$$

$$E_n = 45000,5 / 123,7 = 363,8 \text{ грн/га}$$

Результати розрахунку економічної ефективності зведені в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

**Порівняльні показники економічної ефективності впровадження
модернізованої сівалки**

Показники	Один. вим.	Серійна сівалка	Модернізована сівалка
Наробіток за сезон	га	123,7	
Продуктивність за 1 годину по експлуатаційному часі	га/год	2,37	
Маса секції робочих органів	кг	44,5	44,8
Робоча швидкість	км/год	6,8	
Врожайність	ц/га	20	22
Очікуваний річний економічний ефект споживача	грн	—	45000,5
Економічна ефективність	грн/га	—	363,8

Висновки

1. Аналіз існуючих технологій вирощування соняшника свідчить про те, що значного зниження собівартості вирощування соняшника можна досягнути застосувавши безполицевий обробіток ґрунту, та значно підвищити якість сівби, зменшити мікропросіви. При безполицевому обробітку ґрунту можливе застосування широкозахватної ґрунтообробної техніки, що дає зниження витрат паливно-мастильних матеріалів, підвищує продуктивність праці при основному обробітку ґрунту. Даний обробіток покращує агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунту.

2 Проведені теоретичні і аналітичні дослідження процесу прикочування показали, що характер поширення деформацій у ґрунтовому середовищі під впливом котка, залежить від навантаження, форми обода і часу його впливу на ґрунт. Максимальне ущільнення утвориться в зоні безпосереднього контакту обода з поверхнею ґрунту. Потім відбувається зменшення напруг по глибині до якоїсь межі, яка обумовлена силою і часом тиску котка.

3. Ущільнення орного шару ґрунту, як природного дисперсного тіла підкоряється основним законам механіки ґрунтів і повною мірою узгоджується з теорією лінійно – деформуємих тіл.

4. Ущільнення ґрунту обумовлюється його фізико - механічними властивостями і є залежним від питомого тиску, швидкості руху і конструктивних параметрів котків посівних машин.

5. Ущільнення ґрунту котками посівних машин зі збільшенням швидкості руху посівного агрегату до 8 - 9 км/год, зменшується і протікає за законом параболічної кривої, що на графіках у прямокутній системі координат переходить у пряму, паралельну осі абсцис, що практично означає припинення подальшого росту глибини колії і ущільнення ґрунту.

6. У зв'язку з тим, що ущільнення ґрунту залежить від швидкості руху посівного агрегату, в конструкціях посівних секцій просапних сівалок на прикочуючі котки варто встановлювати спеціальні механізми, що автоматично регулюють тиск котків, відповідно швидкості руху.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

7. Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час сівби соняшника.

8. Розроблена конструкція прикочуючого котка сівалки УПС 8, дають можливість значно покращити процес посіву насіння соняшника і збільшити врожайність до 12%, за рахунок біль кращих умов утворених для насіння у вегетаційний період.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Список використаної літератури

1. Пустовойт, В.С. Подсолнечник: учеб. пособие /В.С. Пустовойт; М.: Колос, 1987. – 235 с.
2. Борисоник З.Б. Подсолнечник / З.Б. Борисоник, И.Д. Ткалич, А.И. Науменко. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
3. Борисоник З.Б. Довідник по олійних культурах / З.Б. Борисоник, В.Г. Михайлов, Б.К. Погорлецький, А.К. Лещенко, В.І. Заверюхін, В.Н. Салатенко, Л.Ф. Добрянська, Г.М. Ковальчук, Л.О. Савченко. – К.: Урожай, 1988. – 184 с.
4. Грабовський М.Б. Вплив густоти стояння рослин на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність соняшнику в умовах Центрального Лісостепу України / М.Б. Грабовський // Агроном. – 2012. – № 1. – С. 135-138.
5. Васильев Д.С. Агротехника подсолнечника / Д.С. Васильев. – М.: Колос, 1983. – 197 с.
6. Івакін О.В. Вплив систем основного обробітку ґрунту на врожайність культур сівозміни східного Лісостепу / О.В. Івакін // Вісник ХНАУ. – 2009 – № 3. – С. 115-118.
7. Комплексна механізація виробництва соняшнику // Під ред. В.І. Нифоренко. – К.: Урожай, 1982. – 114 с
8. Гриднев Е.К. Интенсивная технология производства подсолнечника / Е.К. Гриднев, В.Ф. Фролова. – М.: Росагропромиздат, 1992. – 222 с.
9. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладизинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.
10. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

11. Сівалки “Unikorn 3, Multikorn”. Проспекти фірми “Franz kleine”. – ФРН, 1998.
12. Сівалка “Monocentra SP”. Проспекти фірми “Fähse”. – ФРН, 2000.
13. Сівалки “Betasem, Exakta ”. Проспекти фірми “Rau”. – ФРН, 1985.
14. Сошники і прикочуючі котки. Проспект фірми “Great Plains”. – США, 1979.
15. Сівалка “Stanhay 870, Webb 5”. Проспект фірми “Hestair Farm Equipment Limited”. – Англія, 1983.
16. Сівалка “Pneumasem II”. Проспект фірми “Nodet gougis”. – Франція, 1998.
17. ОАО «Червона зирка». Сеялки универсальные пневматические УПС-6, УПС-8, УПС-12 и их модификации. Руководство по эксплуатации (для оператора). Кировоград, 2010. – 87 с.
18. Шевелев В.М. Исследование процесса прикатывания почвы при посеве сельскохозяйственных культур: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.540 / Кишиневский СХИ. – Кишинёв, 1969. – 25 с.
19. Кравченко В.И., Гершкул И.П. Прикатывающее устройство посевной секции. // Сборник научных трудов НПО “Лан” / Теория и методика создания почвообрабатывающих и посевных машин. Кировоград: НПО “Лан”, 1996. – С. 208 – 211.
20. Василенко П.М., Шевелев В.М. Уплотнение почвы каточками при посеве квадратно-гнездовыми сеялками // Вестник сельскохозяйственной науки. – К., 1962. – № 9. – С. 23 – 28.
21. Саакян С.С. Сельскохозяйственные машины (конструкция, теория и расчет) / С.С. Саакян. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 328 с.
22. Теорія проектування та розрахунки посівних машин: Навч. Посібник /П.В. Сисолін.-К.: ІСДО, 1994.-148с.
23. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Высшая школа, 1977. – 328 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

24. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

25. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. АО "Кодекс", М.: Стандартинформ, 2019. – 60 с.

26. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машинаи сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

27. СП 4282-87. Санитарные правила по устройству тракторов и сельскохозяйственных машин. М., 1987. - 13 с.

28. ГОСТ 25942-90. Тракторы и сельскохозяйственные машины. Устройства быстросоединяющие. Требования к конструкции. М., 1990. – 4 с.

29. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецкий – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

30. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни.
<https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>

31. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

Додатки

MBL 00.001 T4

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			MBC 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
					Складальні одиниці		
		1		MBC 00.000.01	Опорно приводне колесо	2	
		2		MBC 00.000.02	Маркери	2	
		3		MBC 00.000.03	Вентилятор	1	
		4		MBC 00.000.04	Секція робочих органів	12	
		5		MBC 00.000.05	Коробка зміни передач	2	
		6		MBC 00.000.06	Туковисівний апарат	3	
		7		MBC 00.000.07	Сошник туковий	12	
		8		MBC 00.000.08	Система трубопроводів	12	
	Подп. и дата				9	MBC 00.000.09	Механізм передач
				10	MBC 00.000.10	Механізм навіски	1
				11	MBC 00.000.11	Повітряпровод	2
Инв. № подл.				MBC 00.000			
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Дорохтей			Універсальна пневматична сівалка УПС 8		
	Пров.	Артеменко					
	Н.контр.	Осипов			Лит.	Лист	Листов
	Утв.	Свіренко					1
					ЦНТУ		
					гр. АІ 19МЗ-14		

Копировал
Формат А4

Technical drawing of the front view of a mangle machine. The drawing includes numbered callouts (1-15) pointing to various components: 1. Upper roller, 2. Upper roller support, 3. Upper roller adjustment, 4. Lower roller, 5. Lower roller support, 6. Lower roller adjustment, 7. Base frame, 8. Hand crank, 9. Drive mechanism, 10. Motor, 11. Motor mounting, 12. Motor base, 13. Motor base support, 14. Motor base adjustment, 15. Motor base mounting. Dimensions 1405* and 1760* are indicated.

- [illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			MBC 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A4	1		509.046.1250	Поводок	1	
	A4	3		509.046.1270	Натяжник	1	
	A4	10		509.046.1440	Опора	1	
	A4	16		509.046.1490A-1	Поводок	1	
	A4	20		509.046.2050A	Кронштейн	1	
Подп. и дата	A2	28		MBC 00.140	Сошник	1	
	A4	33		509.046.4720	Винт регулювальний	1	
	A2	36		509.046.4750A	Каток передній	1	
Взам. инв. №	A2	38		MBC 00.130	Прикочуючий каток	1	
	A0	40		MBC 00.140	Апарат висівний	1	
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	MBC 00.110	
	Разраб.	Дорохтей				Лит.	Лист
	Пров.	Артеменко					Листов
	Н.контр.	Осипов				1	
	Утв.	Свірень				ЦНТУ	
						гр. АІ 19МЗ-14	
						Формат А4	

Копировал

Формат	Знач	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Деталі		
A4		42	С 4.602	Штур	1	
A3		45	С 48.601-09	Вісь	1	
A4		54	ССГ 00.121	Вкладиш	1	
A4		57	ССГ 00.647	Винт	1	
A3		60	СУПА 00.016	Ролик	1	
A4		63	509.046.0023	Шкала	1	
A4		65	509.046.4 107A	Зацеп	1	
A4		70	509.046.669-01	Ось	1	
A4		73	509.046.6026	Штур	1	
A4		78	509.046.6108	Штур	1	
A4		79	509.046.6201	Штур	1	
A4		82	552.6.008	Пружина	1	
A3		84	552.7.005	Пружина	1	
A3		87	552.7.016	Пружина	1	
Инв. № подл.			МВС 00.110			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копіював

Формат A4

Копіював

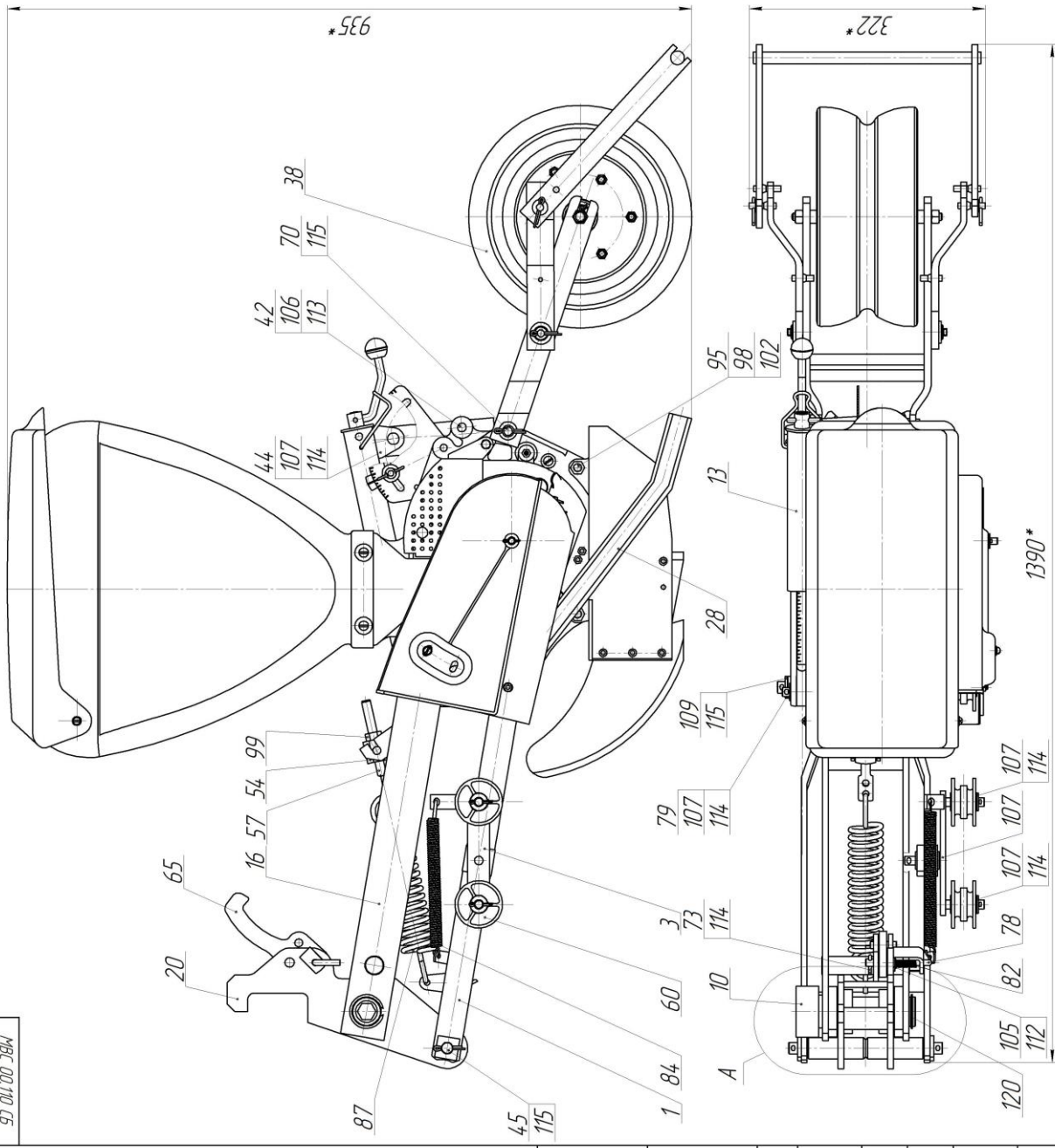
Формат А4

Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартні вироби		
		95		Болт М10-6dх50.66.019 ГОСТ 7796-70	2	
				Гайки ГОСТ 5915-70 М10-6Н.8.019	2	
		98		М12-6Н.6.019	1	
		99				
		102		Шайба 10 65Г 019 ГОСТ 6402-70	2	
				Шайби ГОСТ 11371-78 С 8.01.10.019	1	
		105		С 10.01.10.019	1	
		106		С 12.01.10.019	6	
		107		С 16.01.10.019	1	
		109				
				Шпінти ГОСТ 397-79 2х14.019	1	
		112		3,2х18.019	5	
		113		4х20.019	2	
		114		5х28.019	5	
		115				
		120		Кільце В40 ГОСТ 13940-86	1	

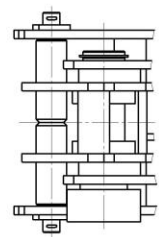
Копіював

Формат А4

МВС 00.110.00.00.00



A-A



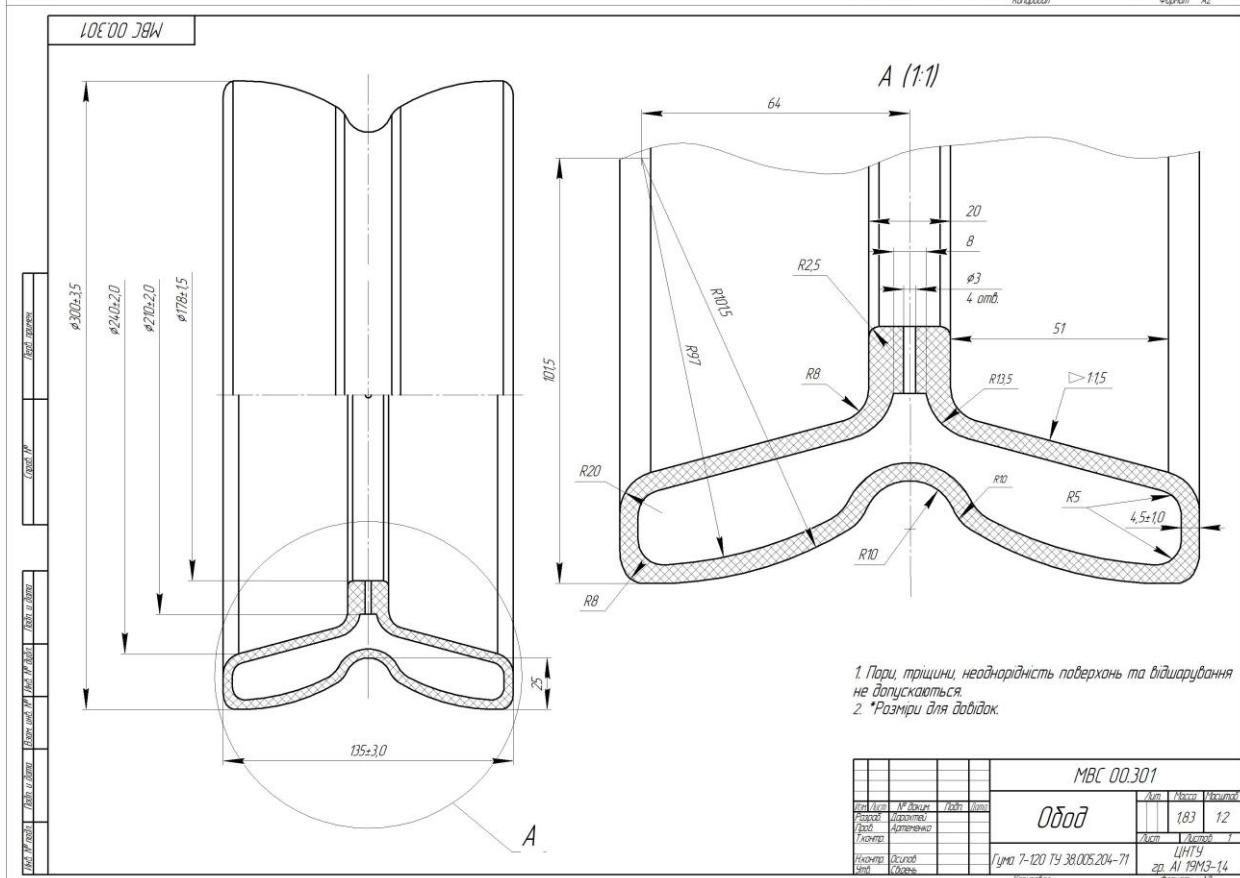
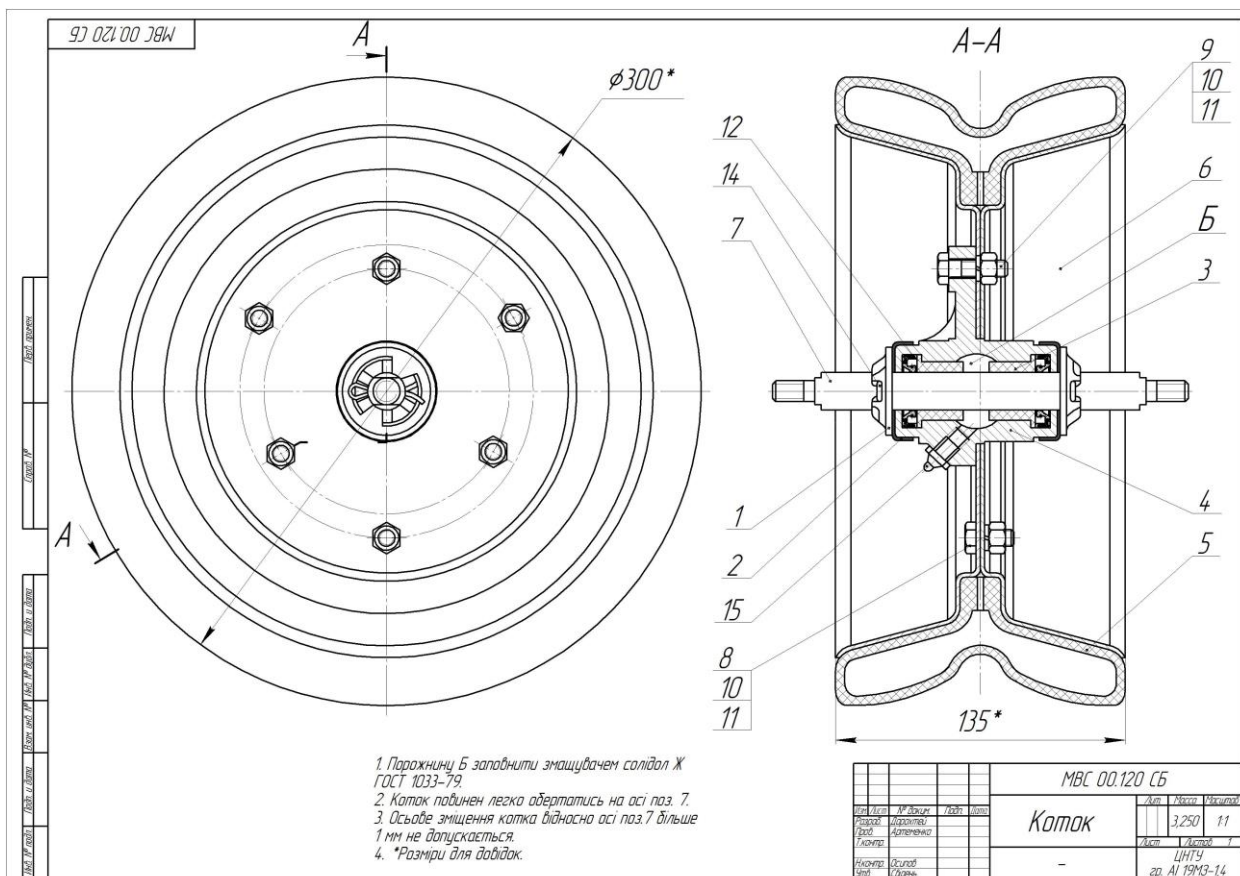
- 1. Крутильний момент затягування деталей поз. 95 і поз. 98 – 19,23 Нм (1,9,23 кгс·м).
- 2. Всі шарнірно з'єднані деталі повинні вільно рухатись одна відносно одної без заїздів і перекасів.
- 3. *Розміри для довідки.
- 4. Інші технічні вимоги згідно ТУ У 293-05:784437-255:2005

МВС 00.110.00.00.00		Секція		ДІНУ		20.01.1993-14	
Вид	Розроб	Вид	Розроб	Вид	Розроб	Вид	Розроб
Деталь	Деталь	Деталь	Деталь	Деталь	Деталь	Деталь	Деталь
Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код	Код
5372	5372	5372	5372	5372	5372	5372	5372
125	125	125	125	125	125	125	125

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2			MBC 00.140 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A3	1		509.046.4660	Поводок	2	
	A2	2		509.046.4470	Загортач	1	
	A3	5		509.046.1240	Поводок	1	
	A3	7		MBC 00.120	Коток	1	
	A2	9		509.046.1330	Поводок	2	
					Стандартні вироби		
			12		Гайка М8-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70	2	
			14		Шайба 8 65Г 019 ГОСТ 6402-70	2	
Подп. и дата			16		Шайба С 8 01.10.019 ГОСТ 11371-78	4	
			18		Шплінт 4x32.019 ГОСТ 397-79	4	
					MBC 00.140		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Дорохтей				Лит.	Лист
	Пров.	Артеменко					Листов
	Н.контр.	Осипов				1	
	Утв.	Свірень					
					Прикочуючий коток	ЦНТУ	
						гр. АІ 19МЗ-14	

Копировал

Формат А4



Мета, об'єкт, предмет і задачі дослідження

Метою досліджень є підвищення ефективності роботи прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі **задачі**:

проаналізувати чинні процеси роботи прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

дослідити процес роботи прикочуючого котка посівної секції сівалки і з'ясувати вплив конструкції його елементів на якість ущільнення ґрунту;

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки.

Предмет дослідження:

конструктивно-технологічні параметри прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на його роботу.

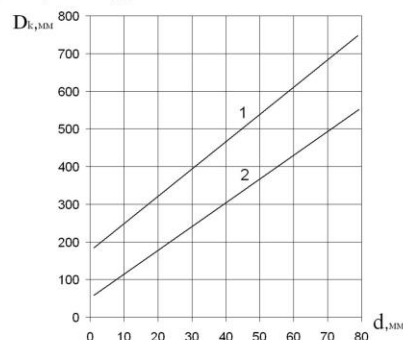
Теоретичні дослідження

Умови зминання і втискування грудок в ґрунтове середовище

Визначення діаметра котка в залежності від величини ґрунтових агрегатів

$$D_k = d_n f_0 \left[\frac{(2 + S_m^2) - 2\sqrt{1 + S_m^2}}{S_m^2} \right]$$

- де D_k - діаметр котка, мм;
 f_0 - коефіцієнт надійності заземлення;
 d_n - максимальний діаметр ґрунтових агрегатів, мм;
 S_m - сума коефіцієнтів тертя, обода об ґрунт і ґрунту об ґрунт.



Розрахункова залежність для вибору діаметра котка в залежності від величини ґрунтових агрегатів:

1 - супіщаний ґрунт; 2 - чорнозем.

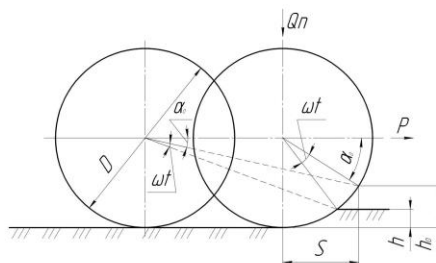
МВС 00.001 НЧ					
Відомості	Відомості	Відомості	Відомості	Відомості	Відомості
Розробник	Виконавець	Перевірив	Мета та задачі дослідження	Дат.	Місц.
Відомості	Відомості	Відомості	—	Дат.	Місц.
Відомості	Відомості	Відомості	ЦНТУ	Дат.	Місц.
Відомості	Відомості	Відомості	гр. АІ 19МЗ-14	Дат.	Місц.
Відомості	Відомості	Відомості	Формат АІ	Дат.	Місц.

Ущільнення ґрунту в залежності від швидкості руху котків

Ущільнення ґрунту при прикочуванні

$$H\dot{\epsilon} + E\epsilon = \sigma + \eta\dot{\sigma} \quad (1)$$

де H - миттєвий модуль пружності;
 η - час релаксації;
 E - повздовжній модуль пружності;
 ϵ - відносна деформація ґрунту;
 $\dot{\epsilon}$ - швидкість зміни відносної деформації;
 σ - напруження в ґрунті утворене котком;
 $\dot{\sigma}$ - похідна від напруги по часі.



Величина деформації ґрунту котком

$$h = R \sin \alpha_0 \cos \omega t + R \cos \alpha_0 \sin \omega t - R \sin \alpha_0 \quad (2)$$

Схема визначення величини деформації ґрунту котком

Величина питомого тиску для технічних розрахунків

$$q_k = \frac{16cb \left(1 - \frac{\epsilon_0}{3}\right) h^{\epsilon_0} S_k}{D_k^2} \quad (3)$$

де q_k - питомий тиск котка по його ширині, кг/см ширини ободу;
 c - коефіцієнт опору ґрунту стискуванню;
 b - ширина ободу котка, см;
 D_k - діаметр котка, см;
 h - глибина ущільнення, см;
 S_k - площа дотику ободу котка з ґрунтом, см;
 ϵ_0 - параметр характеризуючий зростання опору ґрунту при стискуванні.

				МВС 00.002 НЧ			
Вид	Місце	Місце	Місце	Теоретичні дослідження			
Розроб	Діагностика	Діагностика	Діагностика				
Виконав	Діагностика	Діагностика	Діагностика	ЦНТУ			
Відп.	Діагностика	Діагностика	Діагностика	зр. АІ 1943-14			
Копія				Формат А1			